



Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em
Computação Aplicada
Mestrado Acadêmico

Sandro Oliveira Dorneles

**UCHALLENGE: Uma Proposta de Modelo para Construção
de Jogos Sérios Ubíquos, com Foco em Aprendizagem
Baseada em Problemas**

São Leopoldo, 2015

Sandro Oliveira Dorneles

**UCHALLENGE: Uma Proposta de Modelo para Construção de Jogos Sérios
Ubíquos, com Foco em Aprendizagem Baseada em Problemas**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para a obtenção do título de Mestre, pelo Programa
Interdisciplinar de Pós-Graduação em
Computação Aplicada da Universidade do Vale do
Rio dos Sinos – UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. Cristiano André da Costa

Coorientador: Prof. Dr. Sandro José Rigo

São Leopoldo, 2015

D713u Dorneles, Sandro Oliveira

UCHALLENGE: uma proposta de modelo para construção de jogos sérios ubíquos, com foco em aprendizagem baseada em problemas/ Sandro Oliveira Dorneles. – 2015.

107 f. : il. ; color. ; 30cm.

Dissertação (mestrado em Computação Aplicada) -- Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, São Leopoldo, RS, 2015.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano André da Costa; Coorientador: Prof. Dr. Sandro José Rigo.

Catálogo na Publicação: Bibliotecária Eliete Mari Doncato Brasil - CRB 10/1184

Sandro Oliveira Dorneles

UCHALLENGE:

Uma Proposta de Modelo para Construção de Jogos Sérios Ubíquos, com Foco em Aprendizagem Baseada em Problemas

Dissertação apresentada à Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Computação Aplicada.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Débora Nice Ferrari Barbosa - FEEVALE

Prof. Dr. Jorge Luis Victoria Barborsa - UNISINOS

Prof. Dr. Sandro José Rigo – UNISINOS

Prof. Dr. Cristiano André da Costa (Orientador)

Visto e permitida a impressão

São Leopoldo, _____ de _____ 2015

Prof. Dr. Cristiano André da Costa
Coordenador PPG em Computação Aplicada

Dedico esse trabalho a minha família e principalmente minha esposa Tatiana e meus filhos, pelo carinho, amor e apoio, que foram fundamentais para vencer esse desafio, e que enchem a minha vida de alegria.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe Florinda, pelo exemplo de amor e dedicação.

Ao meu pai Cezar, que apesar de todas as dificuldades me fortaleceu e me ensinou a trabalhar, e fazer o que é certo, respeitando a todos.

A minha esposa Tatiana e aos meus filhos Pedro e Daniela pelo apoio incondicional.

Ao meu amigo Daniel Martins, pelo apoio que foi fundamental na realização desse trabalho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Cristiano André da Costa, pelo acompanhamento, ensinamentos e apoio.

Ao coorientador Prof. Dr. Sandro José Rigo, pela dedicação e disponibilidade prestada a este trabalho.

Aos professores, Prof. Dr. Jorge Barbosa e Prof^a. Dra. Patricia A Jaques Maillard pelos sugestões na melhoria desse trabalho.

Aos meus colegas do PIPCA em especial ao Thiago Kautzmann, pelas inúmeras parcerias no decorrer do curso e ao meu amigo Luiz Pereira de Souza pela ajuda técnica e qualificada.

RESUMO

O fácil acesso aos dispositivos móveis, aliado à evolução das tecnologias de comunicação, tem aumentado a possibilidade de uso desses equipamentos, como ferramentas de aprendizagem. A necessidade de novos cenários educativos faz com que busquemos compreender os desafios e oportunidades da integração de dispositivos móveis no processo de ensino e aprendizagem. Os novos dispositivos móveis possuem capacidade de processamento, maior do que poderíamos imaginar, tanto que jogar em um celular tornou-se algo natural. Dessa forma, abrem-se novas possibilidades educacionais, permitindo a ampliação do estímulo ao aluno na busca do conhecimento para além da sala de aula, através de uma abordagem de interação e relação com o ambiente e conteúdo teórico de uma forma lúdica. Vários jogos foram, desenvolvidos, nos últimos anos para apoiar o ensino e aprendizagem nas mais diferentes áreas. No entanto, ao utilizar jogos educacionais é importante que o professor consiga gerenciar o conteúdo e as possibilidades de interação do jogo, para assegurar que os benefícios proporcionados justifiquem a sua utilização. Ao mesmo tempo que os objetivos educacionais sejam atendidos, que também possam motivar os alunos e promover a aprendizagem, de maneira desafiadora e divertida. Nesse âmbito, tal trabalho apresenta uma proposta de modelo para construção de jogos sérios e ubíquos, com foco em uma metodologia de aprendizagem baseada em problemas. O modelo permite ao professor a criação de jogos e a adaptação de tais jogos a cenários do mundo real, utilizando esse contexto para possibilitar interação com situações reais de aprendizagem. A principal contribuição científica do trabalho está relacionada à ampliação da autonomia do professor na criação de um ambiente de aprendizagem motivador, que favorece a relação entre teoria e prática. Ao contrário de outros trabalhos envolvendo jogos educacionais ubíquos, a abordagem proposta pelo UCHALLENGE permite a criação de jogos com propósitos e áreas de conhecimento genéricas, que possam ser elaborados por professores e adaptados a diferentes cenários, por meio de uma aprendizagem baseada em problemas. Para avaliação do modelo, foi desenvolvido um protótipo, que permite a criação do jogo pelo professor, bem como o desenvolvimento de uma aplicação móvel, que pudesse ser utilizada pelos alunos. Os experimentos realizados com professores foram satisfatórios e apontam a intenção de uso do modelo. Já os resultados obtidos com alunos, indicam que o jogo gerado pelo UCHALLENGE, possibilita motivação ao ser jogado, podendo dessa forma colaborar com a aprendizagem.

Palavras-Chave: Computação ubíqua, jogos sérios, ontologias, aprendizagem baseada em problemas.

ABSTRACT

Easy access to mobile devices, combined with the evolution of communication technologies has increased the possibility of using these devices as learning tools. The need for new educational scenarios makes seek to try to understand the challenges and opportunities of integration of mobile devices in the process of teaching and learning. The new mobile devices have processing capacity, greater than we could imagine, throw in a cell, it has become something natural. Thus opens up new educational possibilities, allowing the expansion of the stimulus to the student in the pursuit of knowledge beyond the classroom, through an approach of interaction and relationship with the environment and theoretical content in a playful way. Several games have been developed in recent years to support teaching and learning in different areas. However, by using educational games it is important that the teacher can manage the content and interaction possibilities of the game, to ensure that the benefits provided justify its use. At the same time, that educational goals are met, they can also motivate students and promote learning, challenging and fun way. In this context, this work presents a proposed model for building serious games and ubiquitous, focusing on a learning methodology based on problems. The model allows the teacher to create games, and the adaptation of such games to real-world scenarios, using this context to enable, interaction with real learning situations. The main scientific contribution of labor is related to the expansion of teacher autonomy in creating a motivating learning environment that favors the relationship between theory and practice. Unlike most studies involving ubiquitous educational games, the approach proposed by UCHALLENGE, allows you to create games with purposes and general knowledge areas, which can be created by teachers and adapted to different learning scenarios through a problem-based learning. For model evaluation, a prototype has been developed which permits the creation of the game by the teacher as well as developing a mobile application that could be used by students. The experiments with teachers were satisfactory and point intended model use. Since the results obtained from students, indicate that the game generated by UCHALLENGE, provides motivation to be played and can thus cooperate with the learning.

Keywords: ubiquitous computing, serious games, ontologies, problem-based learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Círculo mágico do jogo.....	33
Figura 2: Expansão do círculo mágico	38
Figura 3: Modelo de arquitetura Chang et al.....	42
Figura 4: Modelo de integração da tecnologia em PLSs.....	44
Figura 5: Modelo HELLO	47
Figura 6: Modelo Cliente Ubiquitous Adventure.....	50
Figura 7: Modelo Instrutor Ubiquitous Adventure.....	51
Figura 8: Arquitetura do modelo UCHALLENGE	57
Figura 9: Módulos professor UCHALLENGE.....	58
Figura 10: Fluxo de jogo aluno	63
Figura 11: Relacionamento classe principais.	66
Figura 12: Diagrama de caso de uso professor.....	70
Figura 13: Diagrama de caso de uso aluno.....	71
Figura 14: Diagrama entidade e relacionamento.....	72
Figura 15: Modelo MVC de fluxo da aplicação.....	74
Figura 16: Tela de login	74
Figura 17: Script de captura de posição geográfica.....	75
Figura 18: Cadastro de pontos de interação	76
Figura 19: Comunicação aplicação web.....	77
Figura 20: Telas iniciais da aplicação do aluno.....	78
Figura 21: Tela de ações.....	79
Figura 22: Mapa do jogo	80
Figura 23: Modelo de construtores TAM.....	84
Figura 24: Área de avaliação/disciplina	87
Figura 25: Resultados perfil do professor.....	88
Figura 26: Histograma dos resultados Statdisk	90
Figura 27: Colocação dos sensores no ambiente do jogo.....	95
Figura 28: Registro de andamento do jogo.....	96
Figura 29: Perfil dos alunos.....	96
Figura 30: Frequência de respostas da avaliação de alunos	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparação entre trabalhos relacionados.....	53
Tabela 2: Requisitos e regras de negócios modelo professor.....	68
Tabela 3: Requisito e regras de negócio modelo aluno.....	69
Tabela 4: Casos de uso modelo professor.....	70
Tabela 5: Casos de uso modelo aluno.....	71
Tabela 6: Propriedades utilizadas para avaliar o Uchallenge.....	85
Tabela 7: Perfil do professor.....	85
Tabela 8: Percepção sobre a utilidade do modelo.....	86
Tabela 9: Percepção de facilidade de uso do modelo.....	86
Tabela 10: Resultados <i>Constructor</i> Percepção de Utilidade.....	88
Tabela 11: Resultados <i>Constructor</i> Percepção de Facilidade de Uso.....	89
Tabela 12: Resultados do teste Wilcoxon.....	91
Tabela 13: Variáveis da avaliação do aluno.....	94

LISTA DE SIGLAS

API	<i>Application Programming Interface</i>
ARCS	<i>Attention Relevance Confidence Satisfaction</i>
DER	Diagrama Entidade Relacionamento
GIS	<i>Geographic Information System</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i>
HTTP	<i>HyperText Transfer Protocol</i>
IA	Inteligência Artificial
MVC	<i>Model View Controller</i>
NPC	<i>Non-Player Character</i>
ONGs	Organizações não Governamentais
PBL	<i>Problem Based Learning</i>
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
PLS	<i>Pervasive Learning System</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
RPG	<i>Role Play Game</i>
TAM	<i>Technology Acceptance Model</i>
TCG	<i>Trading Card Games</i>
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UA-GBL	<i>Ubiquitous Adventure-Game Based Learning</i>
VLT	<i>Vitual Learning Tutor</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
1.1 Motivação	20
1.2 Questão de Pesquisa	22
1.3 Objetivos	23
1.4 Metodologia	23
1.5 Estrutura do Texto	24
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	27
2.1 Educação e Novas Tecnologias de Aprendizagem	28
2.2 Aprendizagem baseada em problemas.....	30
2.3 Jogos Sérios	32
2.4 Jogos Móveis.....	35
2.5 Jogos Ubíquos	37
3 TRABALHOS RELACIONADOS	41
3.1 Chang, yang, wang e lin (2009).....	41
3.2 Laine, Sedano, Joy e Sutinen (2010)	43
3.3 Liu e Chu (2010).....	46
3.4 Klopfer, Sheldon, Perry e Chent (2011)	48
3.5 Chen, Shin e Chen (2012)	49
3.6 Comparação entre os trabalhos de estudo	52
4 MODELO PROPOSTO	55
4.1 Visão Geral.....	55
4.2 Modelo professor	58
4.2.1 Módulo de Interface de gerenciamento de aprendizagem.....	59
4.2.2 Módulo de gerenciamento de ambiente.....	59
4.2.3 Módulo de gerenciamento do jogo.....	61
4.2.4 Módulo de recursos ubíquos	61
4.2.5 Módulo de interface do jogo	62
4.3 Ontologia Proposta	63
4.3.1 Determinar o domínio e o escopo da ontologia	64
5 IMPLEMENTAÇÃO	67
5.1 Projeto e análise.....	67
5.1.1 Especificação de requisitos.....	67
5.1.2 Casos de uso	69
5.1.3 Modelo conceitual	72
5.2 Implementação do protótipo	73
5.2.1 Modelo professor.....	73
5.2.2 Aplicação aluno	76
5.2.3 Interface do protótipo do aluno	77
5.2.4 Ambiente de experimentação	80

5.3 Limitações do protótipo	81
6 AVALIAÇÃO	83
6.1 Metodologia	83
6.1.1 Avaliação do modelo pelo professor	83
6.1.2 Resultados do modelo professor	86
6.1.3 Avaliação do modelo pelo aluno	92
6.1.4 Resultados modelo aluno.....	94
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	99
7.1 Contribuições	100
7.2 Trabalhos futuros	101
REFERÊNCIAS.....	103

1 INTRODUÇÃO

A evolução das tecnologias é um processo contínuo e irreversível devido à natureza do ser humano que busca constantemente o conhecimento, portanto, quer estejamos conscientes ou não de tal uso, nossos hábitos estão em constante mudança, nas mais diferentes tarefas do dia a dia, e são afetados por elas, seja no lazer no trabalho ou na educação.

A propagação das tecnologias da informação e comunicação se faz presente e influencia a vida social e profissional. Dessa forma, não há como separar o conhecimento das áreas da Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) das demais áreas do saber humano. Segundo Carvalho (2011) “sociedade e tecnologia são fenômenos indissociáveis e as transformações que ocorre num deles altera, reciprocamente, o outro”. Isso implica uma nova forma de linguagem e de comunicação, ou melhor, a consolidação da linguagem digital, para a qual devemos estar preparados a ensinar e a aprender.

Em consequência dessa necessidade, vemos uma crescente utilização de métodos e fórmulas para auxiliar no processo de aprendizagem, utilizando as mais diferentes tecnologias. Com isso, ganham forças teorias e métodos de aprendizagem que estimulem e motivem o aluno através do uso das tecnologias, e entre elas, jogos e desafios (TAROUCO et al., 2004), (NETO e FONSECA, 2013). Prensky (2012) entende ainda que a utilização de jogos pode promover a aproximação entre os nativos digitais¹ e os imigrantes digitais², permitindo assim ao professor e aluno alternarem os papéis na busca do conhecimento.

O uso de jogos para auxiliar no desenvolvimento cognitivo, não chega a ser uma novidade, mas a mudança está na possibilidade de aliar tecnologias que permitam a expansão de uma brincadeira, de uma diversão ou ainda competição, para além do círculo mágico definido por Huizinga (2008) que caracteriza o jogo como sendo um elemento definido pelo social, temporal e espacial.

As possibilidades de um jogo ser contextualizado no mundo real e não apenas de forma virtual, não só como fator de diversão, mas também com objetivos educacionais bem definidos, podem apresentar novas oportunidades de interação entre o saber e o fazer. No entanto, não

¹ Jovens que nasceram na cultura digital (PRENSKY, 2001)

² Pessoas que se adaptaram a algumas tecnologias, mas são resistentes a outras (PRENSKY, 2001)

estamos nos referindo a qualquer jogo mas os que apresentem propósitos de aprendizagem, os chamados jogos sérios (GIESSEN, 2015), (CLARK, 1974), cuja finalidade principal não é o divertimento, no entanto, Mattar (2010) complementa que o conceito do jogo tem ordem mais elevada do que o da seriedade e que a seriedade pode excluir o jogo, ao passo que o jogo pode muito bem incluir a seriedade. Dessa forma é importante lembrar que a motivação provem de satisfação emocional, portanto a diversão é um elemento fundamental do jogo sério.

A ampliação do jogo para o mundo real baseia-se nas possibilidades da computação ubíqua definidos por Weiser (1991) e reforçados por Satyanarayanan (2001) como sendo a “criação de ambientes saturados de computação e capacidade de comunicação integrando-os com usuários”. Dessa forma, cresce também a possibilidade de associar e ampliar conteúdos de aprendizagem com situações reais do dia a dia. No entanto, para que isso possa se efetivar é importante criarmos condições que favoreçam o aluno nesse processo de autonomia e na busca pelo saber, para isso é necessário entender métodos de aprendizagem que auxiliem na construção do conhecimento, associados às tecnologias da informação.

Métodos estes, que possibilitem ao aluno reflexões sobre a área de estudo e identificação de novas possibilidades de aprendizagem através da relação do conhecimento prévio com a necessidade da busca de novos conhecimentos para o entendimento e solução de problemas reais ou simulados, pois segundo Lévy (1999, p. 157), “o ciberespaço suporta tecnologias intelectuais que amplificam, exteriorizam e modificam numerosas funções cognitivas humanas”.

Santaella (2013, p. 232) reforça ainda, que “os avanços tecnológicos associados com a sociedade da informação resultaram na passagem de todas as mídias para a transmissão digital”, permitindo, assim, novas formas de acesso à informação, raciocínio e conhecimento.

1.1 Motivação

A ideia de que se incorporar em nosso dia a dia tecnologias como se fosse algo natural e intuitivo, se pensado em 1991, data em que Mark Weiser concebeu sua teoria de computação ubíqua, não seria viável. Entretanto, há de se reconhecer a importância de pesquisadores e visionários que conseguem ir além do que é possível em seu tempo, para ajudar a construir e projetar novos caminhos.

Muitas das tecnologias pensadas por Weiser (1991) já estão presentes em nosso dia a dia, talvez não com a intensidade e com a usabilidade proposta, mas não há dúvida de que é questão de tempo, para que se concretize por completo. Santaella (2013, p. 16) acredita que, em função de hipermobilidade disponibilizada pelo desenvolvimento tecnológico, “que a condição contemporânea de nossa existência é ubíqua”.

Contudo, a mesma tecnologia que nos traz facilidades, impõe-nos mudanças. A crescente facilidade com que os jovens se apropriaram desses recursos, exige um novo entendimento social, cultural e educacional. São jogos, redes sociais e informação a qualquer instante em qualquer lugar, com isso segundo Moran (2012, p. 11) “aprendemos muito pouco, desmotivamo-nos continuamente... Mas para onde mudar? Como ensinar e aprender em uma sociedade mais interconectada?”

A mudança de hábitos passa por todos os segmentos da sociedade, talvez a que mais esteja encontrando dificuldades de incorporar essas tecnologias seja justamente a educação. Por mais que tenhamos presente, na maioria das escolas, computadores, projetores, internet e outras tecnologias, a forma com que se tratam esses recursos continua sendo muito tradicional, o que inviabiliza um aproveitamento mais efetivo da tecnologia nesse contexto educacional.

Frente às diferentes teorias de aprendizagem que nos são apresentadas, como encontrar um modelo epistemológico conceitual e geral que incorpore a tecnologia na aprendizagem? Santaella (2013, p. 291) propõe como alternativa o uso de recursos móveis e ubíquos, favorecendo dessa forma processos de aprendizagem abertos, podendo ser compartilhado e resolvido de forma colaborativa, utilizando os recursos de conectividade individual e personalizada oferecidas pelos dispositivos móveis.

Com todas essas evoluções, a forma com que as pessoas recebem, e processam a informação já não é mais a mesma, deixou de ser apenas lógico-sequencial e sendo hipertextual e multimídia (Moran, 2012). Logo, a maioria dos alunos não consegue identificar como processar adequadamente essa informação e acaba pulando etapas na construção do conhecimento, pois muitas vezes não consegue relacionar os fragmentos de informação que adquire de diferentes maneiras. O professor, por sua vez, nem sempre consegue motivá-lo em sala de aula, visto que não consegue ser tão atrativo quanto a tecnologia disponível.

Várias tentativas do uso de jogos educacionais (TAROUÇO, 2004), (SÁNCHEZ e OLIVARES, 2011), (NETO E FONSECA, 2013), (MORAN, 2012) têm sido utilizadas como

proposta para auxiliar nesse processo, no entanto, alguns jogos acabam replicando métodos de repetição tradicional com uma roupagem tecnológica. É preciso encontrar formas de motivar o aluno na construção de conhecimento, relacionando seu mundo, agora virtual, com o real, aliando métodos de aprendizagem que permitam a utilização de suas experiências pessoais na elaboração de caminhos lógicos para compreensão de áreas específicas do conhecimento, integrando-o a uma visão geral da vida.

Nesse sentido, uma alternativa pedagógica antes restrita ao segmento específico da medicina, tem ganhado força em universidades e escolas de ensino médio em diferentes domínios aprendizagem (SAVERY, 2006). Na utilização do método de aprendizagem baseado em problemas (*Problem Based Learning – PBL*,) onde, (ÖZBIÇAKÇI, et al., 2012) os alunos são estimulados a pensar criticamente, e a eles é dada a responsabilidade pela aquisição de conhecimento, sendo a aprendizagem dirigida pelo próprio aluno em pequenos grupos, através de problemas que são resolvidos sistematicamente para alcançar os objetivos educacionais propostos, além de buscar autonomia e habilidades de trabalhar e cooperar em equipe.

Barrows (1980) salienta que aprender com os problemas é uma condição da existência humana e que, em nossas tentativas de resolver os muitos problemas que enfrentamos todos os dias, ocorre a aprendizagem. Logo, aproximar e estimular o aluno através de desafios na resolução de problemas pode ajudar significativamente no processo de aprendizagem para a vida.

1.2 Questão de Pesquisa

Frente à crescente evolução e o aumento do uso de tecnologias móveis em vários aspectos do dia a dia, surgem novas possibilidades para a educação, uma vez que essas tecnologias permitem ampliar o conceito de aula para além do espaço e tempo através de comunicações audiovisuais a qualquer instante, permitindo uma aprendizagem ubíqua que, segundo Barbosa et, al. (2011), é apoiada pelo uso de tecnologias de comunicação móvel e sem fio, sensores, mecanismos de localização e de rastreamento.

Santaella (2008) denomina a ligação entre o real e o virtual de espaços intersticiais que “referem-se às bordas entre espaços físicos e digitais, compondo espaços conectados, nos quais se rompe a distinção tradicional entre espaços físicos, de um lado, e digitais de outro”. Moran, (2012, p. 12) propõe que essa conexão ocorra “estabelecendo pontes novas entre o presencial e

o real”, fornecendo dessa forma subsídios e situações reais para serem solucionadas e ampliados por essas tecnologias.

Na procura por identificar como ensinar e aprender em uma sociedade mais conectada, busca-se melhores práticas e recursos, utilizando a computação móvel e ubíqua, surge, dessa forma, a seguinte questão de pesquisa:

“Como seria uma plataforma para construção de jogos sérios e ubíquos para apoio ao aprendizado baseado em problemas?”

A possibilidade de um jogo sério, utilizando recursos ubíquos, pode favorecer a construção do conhecimento, permitindo mais interação entre o aluno e o objeto, possibilitando assim mais ação no processo de aprendizagem. Segundo Piaget (1967) apud Clark (1974, p. 11), “A inteligência nasce da ação, e qualquer coisa só é compreendida até o ponto em que é reinventada”.

Aliado a um contexto de diversão e interação por meio de recursos ubíquos, o jogo deve apresentar a possibilidade de desenvolver ou aumentar no aluno a capacidade de resolver problemas. Dessa forma o modelo UCHALLENGE proposto como hipótese deverá possibilitar a criação de jogos ubíquos, baseando em problemas para diferentes áreas de aprendizagem e promover motivação ao jogador.

1.3 Objetivos

O objetivo principal desse trabalho é propor um modelo para criação de jogos sérios educacionais que utilize recursos da computação ubíqua, fazendo uso de uma metodologia baseada em problemas e desafios. Para atingir a meta proposta, alguns objetivos específicos terão de ser alcançados:

- Desenvolver um modelo que permita ao professor controle sobre o domínio e conteúdo de aprendizagem;
- Desenvolver uma aplicação móvel que permita ao aluno acesso ao jogo;
- Avaliar o protótipo para o criação do jogos pelo professor e a aplicação para dispositivos móveis para o aluno;
- Analisar e documentar resultados obtidos.

1.4 Metodologia

Quanto à natureza, este trabalho configura-se como pesquisa aplicada, através de uma abordagem qualitativa e quantitativa, com fins explicativos e estudos de caso e envolveu pesquisas bibliográficas a partir de referencial teórico e de investigação de estudo sobre modelos de jogos ubíquos já propostos. Para entendimento e identificação de limitações e potencialidades das tecnologias envolvidas, foi realizada uma busca sistemática, em que foram definidas características e relações entre jogos sérios, móveis e educacionais.

Além disso, foi objeto de estudo a relação com os jogos e as metodologias de ensino que serviram de base para construção de um modelo.

A partir desse estudo, foi proposto e especificado um modelo chamado UCHALLENGE, em que foram detalhados componentes e suas relações. Para melhor entendimento do modelo, foi desenvolvido um estudo de caso para exemplificar o funcionamento e etapas da definição do jogo, por parte do professor até o uso pelo aluno.

Para avaliação do modelo, foi criado um protótipo para testes em um cenário real, em que foi avaliado por professores e alunos quanto a experiência na criação do jogo, motivação no uso e resultados na contribuição da aprendizagem. A avaliação se deu em dois momentos com escolas da rede privada e pública. No primeiro momento, foram convidados todos os professores de áreas para testar o protótipo. Os docentes que se propuseram a participar do experimento, foram submetidos ao uso da aplicação e posteriormente, avaliaram através de um questionário.

Já a avaliação dos alunos, ocorreu em uma escola pública com alunos do 8º ano do Ensino Fundamental, em que foi utilizada a aplicação gerada através do UCHALLENGE pelo professor de geografia. Os detalhes sobre as avaliações e os resultados serão mostrados na seção de avaliação do modelo.

1.5 Estrutura do Texto

Inicialmente, no capítulo 2, são vistos conceitos sobre educação e novas tecnologias de aprendizado, assim como a metodologia de ensino baseada em problemas. Além disso, são retomadas ideias sobre jogos sérios e suas características, jogos móveis e suas possibilidades, relacionando, dessa forma, conceitos e definições de jogos em ambientes ubíquos.

O capítulo 3 contribui para análise de trabalhos relacionados, apresentam características e descrição dos jogos, resultando um quadro comparativo e novas possibilidades a serem exploradas.

O modelo proposto é apresentado no capítulo 4, assim como atributos e descrição dos módulos que o compõem, além de uma ontologia para gerenciar e inferir fases e desafios que serão propostos ao aluno.

No capítulo 5, são apresentadas informações referentes ao desenvolvimento do protótipo, enquanto no capítulo 6 as avaliações realizadas, assim como os resultados. O capítulo 7 retoma as contribuições que o modelo pode trazer, além dos resultados finais em relação aos objetivos propostos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nos últimos anos, as exigências educacionais vêm sendo flexibilizadas em busca de melhores resultados, estimulando a aprendizagem em diferentes espaços e a tecnologia (MORAN, 2012) nos permite ampliar o conceito de aula. Fato é que o aluno de hoje é diferente, se compararmos ao de uma ou duas décadas atrás. O acesso precoce às novas tecnologias digitais exigem novas abordagens didáticas que permitam o uso dessas tecnologias como propulsores de uma nova educação centrada no aluno e nas suas relações.

Portanto, o uso das tecnologias na educação é um processo natural que demanda um novo olhar da escola, com abordagens didáticas focadas e diferenciadas, favorecendo assim, uma aprendizagem cooperativa e, dessa maneira, (LOCATELLI e BACKES, 2014) podemos tomar consciência sobre como se aprende nesse contexto e promover novas oportunidades para a construção do conhecimento.

A teoria interacionista que tem como seus principais teóricos Piaget e Vygotsky (PALANGANA, 1994), explica a construção do conhecimento através da interação entre o meio e os objetos de estudo. Palangana (1994) ressalta que, apesar das diferenças, Piaget defendia que apenas a relação física com o objeto era importante, enquanto que Vygotsky valorizava não só as relações físicas, mas também social e cultural no processo de construção do conhecimento, suas contribuições são fundamentais para o entendimento de tais processos.

Apoiado à teoria interacionista, podemos considerar que o uso de tecnologias da informação e comunicação contribuem para essas relações, uma vez que a evolução significativa dos últimos anos vem rompendo barreiras de espaço e tempo, possibilitando assim novas maneiras de interagir, buscar e compartilhar informações.

No entanto, como utilizar as tecnologias para melhorar o processo de aprendizagem? Várias propostas de conectar professores e alunos em um mundo multimídia para melhorar e acelerar a aprendizagem não vem trazendo os resultados esperados, pois somente o não garante necessariamente o aprendizado. É necessário o uso de metodologias que busquem utilizar essa nova maneira de aprender e que possibilitem ao aluno relacionar seus conhecimentos para uma construção mais efetiva, permitindo, dessa forma, “educação de qualidade que integre todas as dimensões do ser humano, fazendo a integração dos aspectos sensorial, emocional, ético e tecnológico” (MORAN, 2012, p. 15).

Com isso, encontramos diferentes abordagens que buscam utilizar esses recursos, tais como o uso de jogos, materiais digitais, tutoriais e uma infinidade de ações que se não forem trabalhadas de formas diferenciadas, somente irão repetir práticas tradicionais em um mundo virtual. Para melhor entendimento dos aspectos teóricos envolvidos nesse trabalho serão abordados nesse capítulo os seguintes temas e suas relações: Educação e novas tecnologias de aprendizagem, jogos sérios, jogos móveis e jogos ubíquos.

2.1 Educação e Novas Tecnologias de Aprendizagem

Ensinar e aprender não dependem unicamente das tecnologias, no entanto, é de fundamental importância para o processo de aprendizagem conhecer as potencialidades e características que as mesmas nos oferecem.

Valente (1993, p. 40) “afirma que o computador deve ser utilizado como um catalisador de uma nova mudança de paradigma educacional”. Para isso, é importante perceber que a forma como processamos as informações foram alteradas, a quantidade de informações disponíveis, que nos chegam de forma cada vez mais rápidas e fáceis. Isso nos obriga, por vezes, a selecionar e sintetizar essas informações, produzindo assim conhecimentos, sem grande sustentação, mas como utilizar a tecnologia para que o processamento das mesmas resultem na construção fundamentada do conhecimento?

Lévy (1999) identifica que o uso das tecnologias favorecem novas formas de acesso à informação. Moran (2012) faz uma reflexão sobre essas mudanças na forma de aprendizagem no decorrer do tempo. O autor nos apresenta diferentes maneiras de processamento das informações, dependendo dos objetivos, momento e universo cultural. Esse processamento pode se dar da seguinte maneira (MORAN, 2012):

- Processamento lógico sequencial, em que a construção do conhecimento se dá, aos poucos, em sequência espacial ou temporal, em que o aluno vai concatenando as informações, para dessa forma estabelecer comparações, relações e de poder comunicá-las;
- Processamento hipertextual, em que o aluno se utiliza de situações e informações que se interconectam e ampliam-se, permitindo assim novos significados decorrentes dessas ramificações, sendo que as relações são construídas de forma lógica, sem no entanto seguir uma única trilha;

- Processamento multimídia, em que as informações são apresentadas em pedaços de diferentes formatos, se conectando e inundando o ambiente de informações, impossibilitando dessa forma um processamento sequencial, sendo necessárias interpretações rápidas e provisórias sobre o todo, de forma muito subjetiva, permitindo assim conexões mais abertas que podem se modificar com mais facilidade, mas com menos profundidade, levando o aluno muitas vezes à necessidade ao imediatismo.

A busca de informações rápidas, com conclusões previsíveis e o não aprofundamento adequado dos significados dos resultados obtidos, acaba, muitas vezes, por não se transformar em um conhecimento efetivo. No entanto, não significa dizer que não precisamos por vezes processarmos as informações dessa maneira. Podemos fazer uso de uma ou de outra forma, dependendo dos objetivos pretendidos, ou seja, o professor precisa ser o mediador desse processo, pois segundo Moran:

[...]se estivermos concentrados em objetivos específicos muito determinados, predominará o processamento sequencial. Se trabalharmos com pesquisa, projetos de médio prazo interessar-nos-á o processamento hipertextual, com muitas conexões divergências e convergências. Se temos de dar respostas imediatas e situar-nos rapidamente, precisaremos do processamento multimídico. (MORAN, 2012, p. 20)

Portanto, para que possamos lidar com a sociedade da informação, em que o formato dessa informação é cada vez mais multimídia e hipertextual, é importante que saibamos utilizá-las. Entretanto, torna-se necessário que exista a possibilidade de que, em algum momento, haja uma reflexão e o preenchimento das lacunas através de um processamento lógico-sequencial.

O avanço das tecnologias móveis, aliados à ampliação e facilidade de acesso à Internet de grandes velocidades, traz para a sala de aula uma concorrência desleal ao professor de ensino tradicional, tornando mais difícil motivar para o aprendizado. Isso ocorre, pois o contato com diferentes mídias possibilitam ao aluno acesso a vídeos, sons e textos, estimulando fortemente comunicações sensoriais. No entanto, ao mesmo tempo em que se tornam dependentes desses tipos de estímulos, impede-os de explorar e experimentar outras formas de comunicação, deixando portanto, de refletirem sobre as informações para assim torná-las mais significativas.

Equilibrar o real e o virtual é papel do professor, para isso é necessário expandir as metodologias de ensino para além da sala de aula, criando espaços virtuais e presenciais, com

possibilidades reais de aprendizagem, pois segundo Masetto (2012, p. 144) “a tecnologia possui valor relativo: ela somente terá importância se for adequada para facilitar o alcance dos objetivos e se for suficiente para tanto”.

Sendo assim, é importante mesclar técnicas que permitam o uso da tecnologia, de forma que contribuam para a reflexão.

Técnicas que desenvolvam a capacidade de analisar problemas, encaminhar soluções e preparar para enfrentar situações reais e complexas, desenvolvendo assim a empatia e a capacidade de desempenhar os papéis de outros e analisar situações de conflitos, a partir não só do próprio ponto de vista, mas também de outras pessoas envolvidas. (MASETTO, 2012 p. 147)

Nesse contexto, podemos citar programas do tipo tutoriais, jogos educativos, redes sociais e outros tantos que se usados de forma adequada, permitem uma contribuição importante no processo de construção dos saberes. Segundo Nogueira (2004, p. 156), “é incontestável o fascínio que o computador provoca nos alunos, independentemente da idade”, bem como as inúmeras possibilidades de desequilíbrio que podem ser alcançados através dele, motivando os a interagir com o meio e objetos. Nenhuma ferramenta ou software faz isso tão bem quanto a Internet que possibilita um campo fértil para pesquisa e exploração de novos conhecimentos, mudando, assim, hábitos e costumes, conectando todos em uma grande rede de informações.

Todavia, mais do que simplesmente navegar na internet é importante conhecer as inúmeras possibilidades que surgem, tais como jogos online, redes sociais e uma variedade de aplicações surgidas, a partir da crescente evolução dos dispositivos móveis. Contudo, se o uso desses recursos não forem acompanhados de métodos de aprendizagem adequados é provável que os resultados não sejam os esperados pelos educadores.

2.2 Aprendizagem baseada em problemas

Aprendizagem baseada em problemas (*Problem based Learning* - PBL) tem seus primeiros relatos datados no início do século XX (SCHMIDT, 1993 apud KALATZIS, 2008). Em 1920 foi utilizada como método de estudos de caso nos cursos de Harvard. Também foi utilizada em 1950, como um modelo voltado para o ensino da Medicina na Universidade de Case Western Reserve. No entanto, só foi tratada como método de ensino, no início dos anos

70, na Universidade MC Master no Canadá, depois disso, várias universidades principalmente na área da Medicina adotaram o uso do PBL em seus currículos (SAVERY, 2006).

Barrows (1980) identifica que o PBL enfatiza a aprendizagem em vez da instrução, além de estar centrada no aluno, o método permite que o estudante aprenda a partir de um problema proposto, seja ele real ou simulado, interagindo, obtendo dados e formulando hipóteses, podendo ser utilizado em outras áreas além da Medicina. Na proposta de uma aprendizagem baseada em problemas, os alunos trabalham em grupo, organizando conhecimentos já existentes e buscando novos para solucionar os problemas (WHITE, 1996 apud KALATZIS, 2008).

O que se espera como resultado em qualquer tipo de aprendizagem? Sobre tudo que o aluno aprenda, mas que também consiga pensar criticamente e tenha capacidade de analisar e resolver diferentes problemas do dia a dia, trabalhando de forma ativa e proativa sejam na sua individualidade ou em grupos.

Diversas formas de se utilizar aprendizagem baseada em problemas podem ser encontradas na literatura. Na tentativa de se utilizar esse método, adaptações foram feitas, algumas com sucesso e outras não, para atender diferentes contextos de aprendizagem. No entanto, Barrows (1980) define uma essência mínima que deve estar presente na PBL, tais como: educação centrada no aluno, problemas baseados no mundo real ou simulado, aprendizagem em grupos, papel do professor, processos definidos e o currículo.

Todos os componentes identificados por Barrows são fundamentais, todavia, o principal é o papel do professor, agora não mais como professor, e sim como um tutor questionando o aluno e procurando apresentar um novo olhar para o problema, sendo, dessa forma, parte importante para o sucesso da aprendizagem.

Entretanto, a análise dessa metodologia, permite dois entendimentos bem diferentes: o primeiro, quando a proposta é usada em várias disciplinas e com alguns temas específicos; a segunda, quando todo o currículo é organizado e passa a ser focado nessa direção.

Dentro desse entendimento, a aprendizagem baseada em problemas, assume duas propostas diferenciadas, uma é uma ação e opção do professor e a segunda é administrativa e acadêmica, uma vez que o processo envolve a organização de toda a instituição.

A aprendizagem baseada em problemas é alicerçada na teoria construtivista, portando várias de suas características podem ser encontradas em outras metodologias, numa cadeia dialética de ação - reflexão - ação. Além disso, ações como identificação, investigação e solução

de problemas, assim como trabalho em equipe, são indicadas na teoria da psicologia cognitiva como forma de aprimoramento dos processos de ensino aprendizagem (GIJSELAERS, 1996).

Como todas as abordagens educacionais, a PBL, apresenta vantagens e desvantagens. As desvantagens, segundo Powell (2000, apud RIBEIRO e MIZUKAMI, 2005), referem-se a uma suposta imprecisão no conhecimento de teorias mais avançadas, assim como a dificuldade, que alguns alunos têm de trabalhar em grupo. Em contrapartida, as vantagens são atribuídas ao favorecimento e aquisição de conhecimento significativo, e de habilidades e atitudes, através de contextos reais.

A aprendizagem baseada em problemas, segundo Ribeiro e Mizukami (2005), é ainda fonte de controvérsia na literatura, com pesquisas mostrando resultados divergentes. No entanto, pode-se considerar de grande importância para o desenvolvimento da autonomia do aluno e o trabalho em grupo, favorecendo ainda a relação teoria e prática.

2.3 Jogos Sérios

O jogo, segundo Huizinga (2008), pode ser encontrado ao longo de toda a história da civilização, sendo considerado mais que um fenômeno fisiológico ou psicológico, pois ultrapassa os limites do físico e do biológico, é algo que nos motiva. Segundo (HUIZINGA, 2008, p. 04), “No jogo existe alguma coisa em jogo que transcende as necessidades imediatas da vida e confere um sentido a ação, todo jogo significa alguma coisa”. Do ponto de vista filosófico de Huizinga (2008), antes de mais nada, o jogo é uma atividade voluntária que, quando imposta ou sujeita a algum tipo de obrigação, deixa de ser jogo. A partir disso, podemos considerar que qualquer atividade realizada por prazer pode ser considerada jogo.

Huizinga (2008) define ainda, características importantes que um jogo deve possuir, tais como: ser livre e uma evasão da vida real.

O jogo distingue-se da vida “comum” tanto pelo lugar quanto pela duração que ocupa. É esta a terceira de suas características principais: o isolamento, a limitação. É “jogado até o fim” dentro de certos limites de tempo e de espaço. Possui um caminho e um sentido próprio.

O jogo inicia-se e, em determinado momento, “acabou”. Joga-se até que se chegue a um certo fim. Enquanto está decorrendo tudo é movimento,

mudança alternância sucessão, associação, separação. E há, diretamente ligada à sua limitação no tempo, uma outra característica interessante do jogo, a de se fixar imediatamente como fenômeno cultural (HUIZINGA, 2008, p. 12).

O autor considera ainda que a característica mais importante para o jogo é sua separação espacial e temporal, em relação à vida cotidiana, limitando o círculo que envolve o jogo em um espaço fechado, conforme Figura 1, em que dentro desse espaço, são válidas as regras e trocas sociais. Huizinga (2008) traz ainda uma analogia com jogos tradicionais como tênis, xadrez e corridas, em que os espaços e regras são limitados não se distinguindo dessa forma de templos ou círculos mágicos utilizados para rituais sagrados.

Figura 1: Círculo mágico do jogo



Fonte: elaborada pelo autor

No entanto, temos outras abordagens não tão filosóficas, mas que se complementam. Clark (1974) considera que os jogos podem ter diferentes definições, podendo ser divertimento, distração, brincadeiras, esportes, atividades mentais, recreativas ou um procedimento para alcançar um objetivo.

Porém, quando falamos em jogos, sejam quais forem os tipos, é importante lembrar do quão variado pode ser seu estudo, sendo abordado de diferentes perspectivas, a partir de seus objetivos e recursos disponíveis, sejam eles jogos ditos “tradicionais”, cujo principal objetivo é entreter, ou jogos mais específicos que permitem colaborar no desenvolvimento físico e/ou cognitivo.

Connolly et al, (2012) cita que apesar de não haver uma taxonomia aceita para definição dos jogos de entretenimento podemos considerar um parâmetro similar ao usado pela indústria de jogos, que os distingue como:

- Jogos de ação, baseados em reação incluindo tiro e plataformas;
- Jogos de aventura, em que o jogador resolve quebra-cabeças e desafios lógicos para o progresso através de um mundo virtual;
- Jogos de luta;
- Jogos de quebra-cabeça;
- Jogos de simulações;
- Jogos de esportes;
- Jogos de estratégias de *Role Play Game* (RPG).

No entanto, para esse trabalho, essas definições são muito sucintas, uma vez que os jogos sérios apresentam outros objetivos que não permitem essa separação tão claramente. Segundo Sawyer & Smith (2008), apud Connolly et al (2012), esses jogos são “[...] desenvolvidos para um efeito mais amplo de formação e mudança de comportamento nos negócios, indústria, marketing, saúde, governo e ONGs, bem como na educação”, relacionando-os aos jogos educacionais, treinamento, simulação ou divulgação, podendo ainda ser utilizados da seguinte maneira:

- Educação, tendo como foco principal a aprendizagem, podendo ser utilizados nas mais diferentes áreas do conhecimento;
- Treinamento, com o objetivo de praticar determinadas tarefas, a fim de melhorar habilidades dos usuários;
- Simulação, para testar conhecimentos e habilidades em ambientes seguros;
- Marketing, para divulgação de marcas e produtos.

A conceituação de jogos sérios segundo Clark (1974, p. 9), é a “que esses jogos têm um explícito e cuidadosamente refletido propósito educativo, que não se destinam a serem jogados principalmente para divertimento. Isso não quer dizer que jogos sérios não sejam, ou não devam ser divertidos”. Ou seja, todos buscam alcançar resultados que não necessariamente

tem a ver com diversão do jogador, no entanto, esse é um dos elementos fundamentais para atraí-lo e mantê-lo motivado para continuar jogando.

Tivemos, nos últimos anos, vários trabalhos de pesquisa com o objetivo de desenvolver, testar e comparar os jogos sérios com outros jogos e as reais possibilidades e benefícios trazidos por eles. Nieto e Carbonell (2012) desenvolveram a partir de um motor de jogo de aventura, um jogo sério denominado “*The it’s a Deal*”, com o objetivo de desenvolver competências comunicativas, em inglês, além de utilizar recursos culturais de negócios de cada país, bem como suas regras.

Já Yusoff et al (2009), apresentou um modelo conceitual de um jogo sério baseado em teorias de aprendizagem. O autor propôs uma combinação entre requisitos básicos de um jogo e teorias da Pedagogia, entre elas, perspectivas behaviorista, cognitiva, construtivista e a neurociência, de forma que o jogo consiga realmente cumprir seu papel no processo de aprendizagem.

Dessa forma, podemos concluir que um jogo sério deve possuir características próprias a seus objetivos, sem, no entanto, deixar de ser atrativo, desafiador e estimulante para atingir seus propósitos.

2.4 Jogos Móveis

A convergência da internet, redes sem fio e dispositivos móveis proporcionou a expansão dos chamados jogos móveis, pautados pela mobilidade mundial, com conectividade e independência de dispositivos ou ambientes computacionais. Atualmente, é difícil encontrar uma pessoa, seja ela adulto, adolescente ou criança, que não tenha contato com um celular, equipamento esse, que deixou de ser apenas um dispositivo de comunicação de voz, para ser uma potente ferramenta, com processadores e dispositivos de acesso à Internet tão rápidos quanto nossos computadores pessoais. Sabemos que a conectividade é parte importante da vida das pessoas, proporcionando uma ligação constante com seu mundo profissional e social.

O uso de dispositivos móveis fornece inúmeras possibilidades, nas mais diferentes áreas, sejam nos negócios ou nos mais diferentes meios de entretenimento, permitindo casualidade, disponibilidade e interesses diversificados. Aliados a isso, a crescente expansão do mercado dos jogos digitais e o enfoque maior de pesquisas acadêmicas, tem-nos permitido, segundo

Santaella (2013, p. 223) não apenas utilizarmos, mas, avaliarmos a produção e a evolução tecnológica, assim como “compreender as dimensões cognitivas, sócio afetivas, ergonômica, estética e lúdicas envolvidas nesse campo de atuação”. Com isso, é importante entendermos as possibilidades criadas pela evolução tecnológica, para que possamos fazer uso em benefício da sociedade. O uso das tecnologias móveis já apresenta uma variedade de trabalhos e exemplos em jogos móveis, que permitem potencializar e motivar o usuário.

Pollak et al, (2010) apresentam essas possibilidades, através de um jogo baseado em animais virtuais, em que o usuário escolhe um dos diferentes modelos disponíveis e passa a ter uma relação de cuidado e vice versa. Nesse sentido, o animal começa a interagir, lembrando de bons hábitos alimentares, sugerindo através de mensagens, cuidados com a alimentação e estimulando a se alimentar de forma saudável.

No entanto, quais características que um jogo móvel tem que outro jogo digital não possui? Talvez não a mais importante, mas a que mais se destaca, é justamente o que contrapõe as definições de Huizinga (2008) sobre espaço físico, uma vez que os jogos móveis permitem expandir o espaço do círculo mágico limitado nos jogos tradicionais, para possibilidades sem limites de localização.

Desse modo, os jogos móveis ampliam também as relações sociais, permitindo contato com jogadores do nosso círculo social ou ainda com jogadores de qualquer lugar do planeta. A utilização e interação do ambiente real vai além de simplesmente visualizar e tocar algo. A ciência de contexto, definida por Dey (2001), permite percebermos e sermos percebidos pelas tecnologias, proporcionando dessa forma o uso de informações relevantes, em relação a outros usuários, espaços físicos ou sensores das mais diferentes naturezas.

O uso da ciência de contexto tem sido aplicada para oferecer serviços personalizados para os usuários, entregando e adaptando informações através de inferência no ambiente computacional. Dey (2001) define ainda contexto como sendo “toda a informação que possa ser usada para caracterizar a situação de uma entidade. Uma entidade é uma pessoa, lugar ou objeto que é considerado relevante para a interação entre um usuário e uma aplicação, incluindo o usuário e as próprias aplicações”.

A utilização de aplicações que utilizam o contexto, ampliou significativamente o uso das tecnologias móveis, permitindo assim um crescimento e fortalecimento da computação ubíqua.

2.5 Jogos Ubíquos

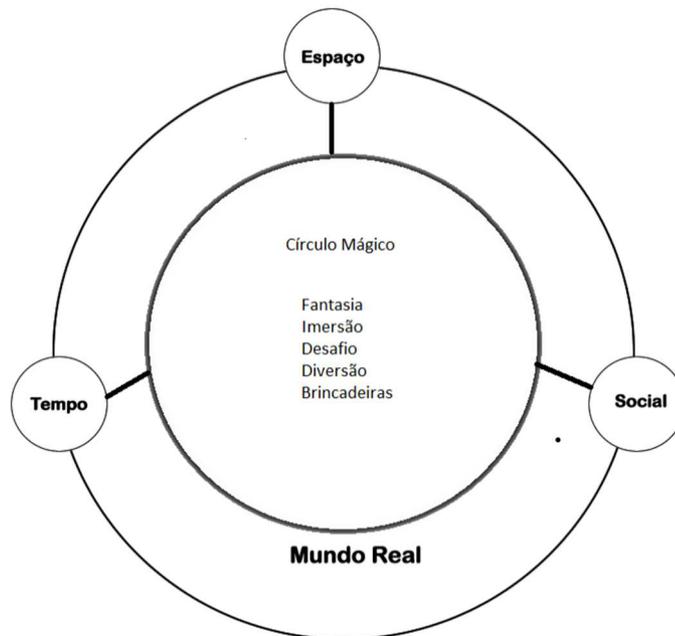
A computação ubíqua previa conforme Weiser (1991) e Satyanarayanan (2001), a integração das tecnologias da informação e comunicação com ambiente, que se incorporassem ao nosso dia a dia, de tal forma que não perceberíamos ou não precisaríamos mais distingui-la do cotidiano. A tecnologia necessária já está disponível hoje, faz parte e atua diretamente na vida das pessoas, seja no trabalho ou em suas relações pessoais de forma transparente (COSTA, et al., 2008).

Várias possibilidades surgidas com a evolução das tecnologias permitiram, sistemas que fazem uso de GPS, sensores de RFID e outros, para identificar e oferecer serviços específicos para os usuários, sejam no trabalho ou como entretenimento, nesse caso redes sociais e jogos ubíquos, ou jogos pervasivos que conforme Benford et al., (2005), permite expandir a experiência do jogo para ao mundo real.

Todas essas possibilidades nos levam a buscar definir características comuns a esse tipo de jogo, para que se possa identificar um modelo básico para construção de jogos sérios ubíquos independente dos seus objetivos e aplicabilidade.

Além disso, permite, posteriormente, realizar análise desses jogos aplicados a um ambiente ubíquo agregando-lhes os recursos proporcionados por esse novo ambiente. Para esse trabalho, serão considerados jogos ubíquos e jogos pervasivos como sendo o mesmo tipo de jogo. Para isso, Montola (2005) define que “jogo pervasivo é um jogo que tem um ou mais salientes recursos que ampliam o círculo mágico contratual de jogo social, espacial ou temporalmente” conforme Figura 2.

Figura 2: Expansão do círculo mágico



Fonte: Elaborada pelo autor.

Dessa forma, podemos considerar a expansão do círculo mágico de Huizinga (2008). A expansão espacial se dá pois não é clara ou é ilimitado o espaço onde o jogo ocorre. Temporalmente, acaba se confundindo com o mundo real pela sua casualidade, uma vez que pode ser jogado a qualquer tempo pelo usuário. Já o social se dá, através da interação com outros usuários, conhecidos ou não, que intervêm no fluxo do jogo, como aliados ou inimigos.

Essa relação permite que se faça uso de contextos, melhorando assim essa interação. No entanto, para utilização e armazenamento desse contexto, é necessário que essas entidades possam se comunicar, falando, dessa forma, a mesma linguagem.

A web semântica é uma das metodologias utilizadas para tornar a linguagem mais compreensível para homens e máquinas. Segundo Berner-Lee (2001), a web semântica permite uma estrutura mais significativa dos conteúdos, permitindo, assim, realizar tarefas mais sofisticadas ao usuário. A semântica necessária para utilização das informações disponíveis nos ambientes, depende do método a ser usado, podendo ser taxonomia, tesouros e ontologias, destas destaca-se a utilização da ontologia.

Ontologia, segundo McGuinness e Noy (2001), “define um vocabulário comum para pesquisadores que necessitam compartilhar informações em um domínio. Ele inclui definições interpretáveis por máquinas de conceitos básicos no domínio e as relações entre eles”. Permitindo ainda:

- Compartilhar o entendimento comum da estrutura de informação entre pessoas ou agentes de software;
- Permitir a reutilização do conhecimento de domínio;
- Fazer inferências explícitas no domínio;
- Separar o conhecimento de domínio do conhecimento operacional;
- Analisar o conhecimento do domínio.

Dessa forma, o jogo ubíquo que explora o limite do círculo contratual de um jogo, permite uma influência direta no cotidiano do usuário, oportunizando, assim, novos desafios e possibilidade, tais jogos podem proporcionar maior interação e colaboração com o ambiente e objetos reais (SEGATTO et al., 2008), permitindo a aplicação desse tipo de jogo com diferentes objetivos educacionais.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

A fim de identificar características de jogos sérios e jogos ubíquos, foram selecionados trabalhos que abordam tais temas sem considerar o grau de ubiquidade presente neles, ou seja o quão integrados esses jogos estão no ambiente, seja pelo contexto, localização e mobilidade.

Para um melhor entendimento das características presentes nesses jogos, foram utilizados conceitos baseados em Huizinga (2008), “todo jogo é capaz a qualquer momento de absorver inteiramente o jogador” definindo para isso aspectos sociais, temporais e espaciais. Assim como os jogos pervasivos que apresentam elementos salientes que ampliam o círculo mágico contratual de forma social, espacial ou temporalmente para além do mundo virtual, possibilitando assim a expansão para o mundo real. Logo, foram considerados jogos que de alguma forma ampliem esses elementos, além de serem também classificados como sérios, direcionados à aprendizagem.

Para tanto, buscou-se inicialmente artigos no portal da Capes e periódicos disponíveis, além do Google Scholar. Os termos utilizados para busca foram: Ubiquitous serious games; ubiquitous games; serious games e pervasive games. Foram selecionados, aproximadamente cinquenta artigos após a leitura de resumos dos resultados encontrados, destes foram selecionados cinco que são aqui apresentados.

O critério de escolha dos artigos foi a relação existente entre jogos sérios e ubíquos, ou seja, buscou-se trabalhos em que a pesquisa focasse em jogos educacionais ubíquos e apresentassem modelos e resultados desses jogos. Como critério de exclusão, foram definidos os anos de publicação e aplicação, com resultados dos modelos propostos. Dessa forma, foram selecionados trabalhos dos últimos seis anos que serão apresentados na próxima seção.

3.1 Chang, yang, wang e lin (2009)

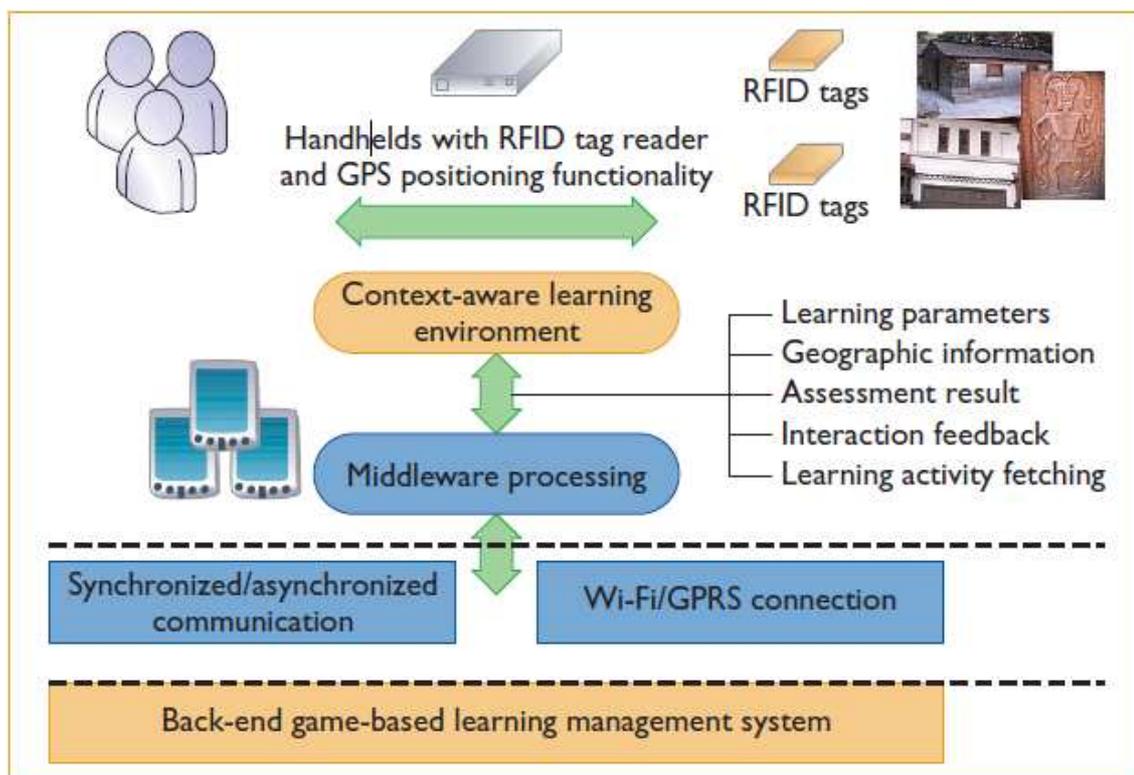
O artigo de Chang et al, (2009) apresenta um jogo educacional, apoiado em tecnologias móveis. No modelo proposto, estão inclusos o uso da localização, sistemas de informação geográfica (GIS) e sensores como os de *Radio Frequency Identification* (RFID), para a construção de um ambiente de aprendizagem ubíqua. O objetivo da proposta é melhorar a participação dos alunos nas atividades de aprendizagem. Com isso, Chang et al., (2009) tem,

como alvo para estudo, um curso cujo domínio de aprendizagem abrange a cultura histórica de Taiwan.

Para isso, foi proposta uma arquitetura conforme Figura 3, em que são apresentados como componentes principais uma ferramenta de autoria, um sistema de gestão de aprendizagem e o servidor do jogo.

Nessa arquitetura, os alunos usam dispositivos móveis com leitores de etiquetas RFID e funcionalidades de posicionamento GPS em um ambiente de aprendizagem ciente de contexto. O sistema coleta parâmetros e informação geográfica para interagir através de um middleware que processa, avalia e dá feedback para os alunos sobre os objetos de aprendizagem. Por sua vez o sistema de gestão de aprendizagem oferece atividades adequadas para os alunos e registra o seu comportamento de aprendizagem.

Figura 3: Modelo de arquitetura Chang et al.



Fonte: Chan et al., (2009)

As atividades são definidas através de uma ferramenta de autoria, que permite aos instrutores criar atividades de aprendizagem, compostas de unidades de tarefas orientadas. O autor afirma que "os instrutores dessa forma podem projetar essas unidades de aprendizagem - semelhantes às atribuições em ambientes de aprendizagem tradicionais" (CHANG et al., 2009). Sendo assim, as atividades principais podem apresentar conceitos claros e importantes para os

alunos, enquanto que tarefas secundárias apresentam conceitos auxiliares que ajudam e enriquecem as tarefas principais.

O sistema de gestão de aprendizagem, por sua vez, é responsável pelo repositório de conteúdo, gerenciamento, avaliação do aluno, entrega de conteúdo e o portfólio de aprendizagem. Esse portfólio é composto pelo perfil do aluno, atividades de aprendizagem e cognição das atividades de aprendizagem e níveis de inteligência múltipla. A entrega do conteúdo e das tarefas pode ser carregado antes ou durante o jogo, desde que se tenha acesso ao servidor. Tal servidor, fornece funções de comunicação, oferece atividades de aprendizagem, bem como os registros de comportamentos do aluno, gerencia alunos e professores com serviços gerais, tais como login e logout.

Os autores apresentam os módulos do sistema divididos em grupos:

Módulo de servidor Back-end, responsáveis pelas ligações, pré-processamentos de protocolos e dados, compatibilidade entre formatos, processos referentes a mapas e relação geográfica, usados para informar o usuário sobre tarefas a serem completadas;

Módulo de aprendizagem do cliente, que forma a plataforma de jogo do cliente, em que são gerenciados os acessos do aluno, a sincronização dos perfil de aprendizagem, resultados e tarefas com o servidor back-end.

Os autores avaliaram o modelo através do contexto histórico cultural de Taiwan, em um experimento realizado em uma universidade daquele país com um grupo de 27 alunos. A avaliação se deu com pré e pós teste, além do caminho da aprendizagem, utilizando como parâmetro a taxionomia de cognição (BLOOM, 1956 apud CHANG et al., 2009) e as múltiplas inteligências (GARDNER, 1983 apud CHANG et al., 2009).

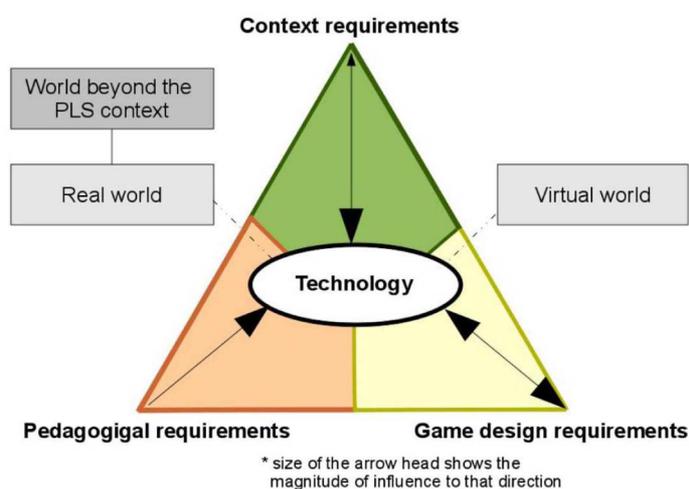
3.2 Laine, Sedano, Joy e Sutinen (2010)

Laine et al., (2010) relata estudos realizados num período de três anos pela equipe da Ubiquelab da Universidade Eastern, Finlândia. O estudo discute possibilidades de uso da tecnologia em ambientes escolares, a partir de um modelo para jogos baseados em espaços de aprendizagem pervasivos (*Pervasive Learning Spaces – PLS*). As experiências são contadas com base no desenvolvimento de jogos ubíquos utilizando um modelo de design hipercontextualizado, ou seja, “onde o jogo está enraizado no mesmo contexto em que o jogador está incorporado” (LAINE et al., 2010).

Apesar dos autores não descreverem o modelo de arquitetura e a estrutura dos jogos apresentados, trazem contribuições significativas, no que tange as relações entre a integração de tecnologia para PLSs com a aprendizagem. Para isso, é apresentado um modelo de integração da tecnologia (Figura 4), no qual o núcleo do modelo tem uma estrutura triangular, em que o centro é a tecnologia (*hardware e software*).

Cada ponta do triângulo representa uma categoria de requisitos que a tecnologia pode ser utilizada para atender, tais como: requisitos de contexto, as exigências pedagógicas e requisitos de projeto. Os tamanhos das setas entre a tecnologia e as categorias representam a magnitude da influência, quanto maior for a seta, maior é a influência.

Figura 4: Modelo de integração da tecnologia em PLSs



Fonte: Laine et al., (2010)

O primeiro jogo da série, o SciMyst deu origem a plataforma chamada Myst para ambientes de aprendizagem ubíquos. Dessa plataforma, mais dois jogos surgiram o TekMyst e o LieksaMyst. Além desses, outros dois foram desenvolvidos pela equipe : o UFractions e Heróis de Koskenniska.

SciMyst é um jogo de aventura que foi implementado para ser usado no Festival de Ciência, a SciFest, em Joensuu, na Finlândia entre 2007 e 2009. O jogo está ambientado na arena do festival, onde o jogador através de um dispositivo móvel precisa resolver enigmas sobre objetos e fenômenos, utilizando as informações recebidas por meio de códigos de barra 2D ligados aos objetos espalhados pela arena.

TekMyst é uma adaptação do jogo SciMyst utilizando um novo ambiente, nesse caso, o Museu de Tecnologia de Helsinki. Foram realizadas modificações de contexto, uma vez que o ambiente em questão apresenta novas possibilidades tecnológicas, segundo Laine et al., (2010),

a ambientação do jogo “envolve um mágico reino das formigas de partilha de conhecimentos e de sua batalha, contra a ignorância e a preguiça que ameaçava o reino”. A principal alteração desse desafio, em relação à SciMyst, foi a disponibilidade de níveis que foi adicionado além da capacidade de personalização da interface por parte do usuário.

Heróis de Koskenniska, segundo os autores, é um jogo de 2009 ambientado na reserva da biosfera da UNESCO na Carélia do Norte, Finlândia Oriental, na área do Museu de Koskenniska Mill. O objetivo do jogo é que o jogador atravesse a floresta na área do Museu, enquanto resolve vários tipos de tarefas. A história do jogo narra a épica batalha entre Ukko e Hiisi, personagens da história finlandêsa, Kalevala.

Esse jogo específico apresenta características e técnicas diferentes dos projetos anteriores, pois se utiliza de uma rede de sensores sem fio, em que novos componentes precisaram ser desenvolvidos para integrar o ambiente. O jogo conta com sensores de temperatura, umidade, iluminação e localização e apoio de especialistas florestais e de tecnologia sem fio, além de historiadores locais e tecnólogos educacionais.

LiekSaMyst foi desenvolvido para o Museu Pielinen em Lieksa, que apresenta mais cem mil objetos de diferentes épocas da Finlândia oriental do passado. Segundo os autores, a proposta era oferecer uma experiência alternativa, além das tradicionais visitas ao museu, portando a ideia de oferecer aos visitantes a possibilidade de mergulhar na história. Diferentemente dos jogos anteriores, esse projeto proporciona ao usuário, além do jogo, um conjunto de aplicativos que podem ser utilizados em diferentes momentos da visita, atendendo a um público variado, com objetivos educacionais diferenciados.

UFractions é um jogo matemático desenvolvido em 2009, utilizando as mesmas características do jogo anterior, em que o usuário interage com personagens fictícios, nesse caso, os personagens são um filhote e uma mãe leopardos. O jogador precisa ajudá-los, solucionando problemas de frações aritméticas. Além disso, o jogo oferece também informações sobre os leopardos e seus hábitos. Característica que diferencia o UFractions dos demais jogos apresentados é a ausência de um contexto, apesar de usar de estímulos de gamificação, para que o usuário encontre, em seu ambiente, exemplos reais das frações propostas.

Todos os jogos citados anteriormente são, de alguma forma, experiências dentro do mesmo projeto, portando as características de jogos apresentadas pelos autores e atendem, de alguma forma, os mesmos requisitos propostos com mais ou menos intensidade, dependendo

de diferentes fatores, sejam eles de limitação técnica ou financeira. Os jogos foram construídos sobre um motor de jogo personalizado na plataforma Nokia Mupe (multiusuário Publishing Environment). MUPEuses, uma abordagem cliente-servidor, em que o servidor envia o conteúdo do jogo para os clientes no formato XML, por meio de uma conexão de rede.

A validação dos jogos propostos foi realizada através de questionários, em que foram avaliados experiências de aprendizagem, conteúdo, meios de comunicação, usabilidade, contexto, fatores motivacionais entre outros.

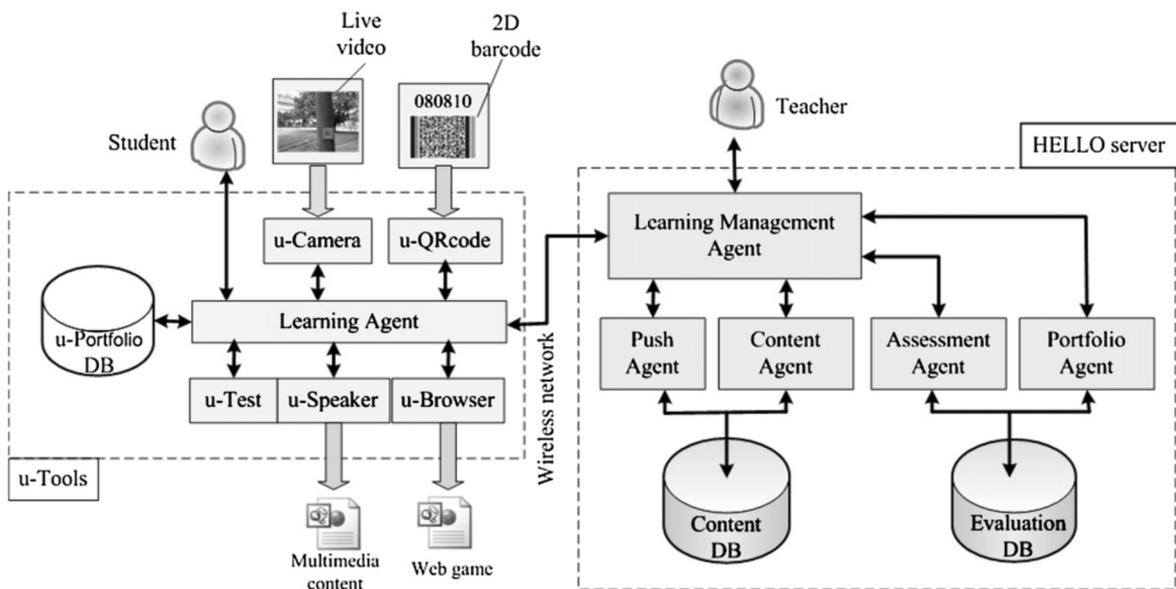
3.3 Liu e Chu (2010)

Liu e Chu (2010) apresentam os resultados de um jogo ubíquo e sua possibilidade de aprendizagem de Inglês e motivação através de um ambiente de aprendizagem ciente de contexto. O modelo, denominado HELLO, (Figura 5) é composto por um servidor, podendo ser acessado através de uma rede wireless pelo cliente através de um PDA, integrando ainda, câmeras e tags de Qr Code, distribuídas no ambiente de aprendizagem. Com base nas características de aprendizagem ubíqua e aprendizagem imersiva, HELLO considera:

- **Permanência:** onde as informações do portfólio de aprendizagem do aluno são enviados para o Banco de Dados de Avaliação (EDB) do servidor HELLO, tornando-os disponíveis para que os professores possam visualizar e avaliar;
- **Acessibilidade:** os professores inserem conteúdos e avaliações no banco de dados de conteúdo (CDB), através do agente de conteúdo. Os alunos se comunicam com o servidor através de um dispositivo móvel para acessar os conteúdos. Por meio de uma ferramenta chamada de u-Browser pode baixar documentos, notícias, jogos de aprendizagem, história em quadrinhos e, músicas em inglês, materiais de escuta e conversação;
- **Imediatismo:** os professores podem utilizar computadores pessoais para acessar o servidor, através da Internet. Além disso, os alunos podem usar a ferramenta chamada de u-teste (LIU e CHU, 2010) para fazer testes e avaliar o seu progresso de aprendizagem imediatamente;
- **Interatividade:** os alunos podem utilizar objetos de aprendizagem e interagir com os colegas, dispositivos de aprendizagem, conteúdo digital, ambiente real e objetos virtuais, além de colaborar para realização de uma tarefa comum e compartilhar as suas experiências;

- Situação: alunos podem praticar ouvir e falar em situações reais, usando uma ferramenta de conversação chamada U-Speaker;
- Uniformidade: o processo de aprendizagem não é interrompido quando as localizações dos estudantes mudam;
- Tranquilidade: o agente envia automaticamente uma sentença em inglês, diariamente, para os alunos através da rede;
- Adaptabilidade: podem ser utilizados diferentes dispositivos (por exemplo: PDAs, telefones PDA ou smartphones);
- Imersão: os alunos utilizam o u-Speaker para falar com um tutor virtual de aprendizagem (*Virtual Learning Tutor -VLT*). Esse tutor é criado na forma de um agente animado que aparece no dispositivo móvel. A ferramenta u-Speaker sobrepõe ao VLT a imagem zona de aprendizagem capturada, através de uma aplicação chamada de u-Camera, fazendo com que os alunos simulem uma conversa com uma pessoa no mundo real.

Figura 5: Modelo HELLO



Fonte: Liu e Chu (2010)

- Ciência de contexto: permite ao aluno interagir com um código de barras 2-D (QR Code) usando a câmera para fotografar o código e interpretar a imagem como dados. Essa informação é usada para acessar o material de aprendizagem, a partir do servidor, relevante para o local e exibi-lo no dispositivo;

- Individualidade: permite aos alunos selecionar materiais de aprendizagem adequados, de acordo com a capacidade pessoal, interesse, exigência, objetivo e cronograma.

A avaliação do modelo ocorreu com alunos de 13 e 14 anos de Taiwan que foram divididos em grupo de controle e grupo experimental. Foram realizados dois experimentos com tais grupos. No experimento denominado “*Campus Environment*”, os alunos utilizaram PDAs e, através de ferramentas do jogos, tinham que carregar um mapa de locais com possíveis interações e objetos de aprendizagem. Sendo assim, ao se aproximar dessas zonas, os alunos podiam ouvir músicas ou assistir a vídeos em inglês ou interagir com o tutor virtual.

No segundo experimento, denominado ‘*Campus Story*’, os alunos tinham que criar uma história colaborativa que consistia em que cada componente da equipe devia passar por zonas pré-determinadas e, em cada uma criar parte de uma história. Em cada uma das etapas foram realizadas avaliações e comparativos com o grupo de controle, que realizou atividades similares, mas sem o uso do jogo.

3.4 Klopfer, Sheldon, Perry e Chent (2011)

Weatherlings é um jogo de estratégia de cartas colecionáveis, semelhante a vários outros jogos (*Trading Card Games* - TCG). Nesse jogo, o usuário monta seu baralho personalizado, combinando em batalhas estratégicas contra outros adversários, a fim de alcançar seus objetivos. O baralho representa criaturas do tempo e as informações disponibilizadas aos alunos, são fontes de dados meteorológicos.

Segundo Klopfer et al. (2011), o jogo tem como objetivo, proporcionar que os usuários “sejam capazes de ler com sucesso mesas climáticas para planejar estratégias apropriadas para dados climáticos históricos reais”. O objetivo é que os alunos possam, dessa forma, interpretar mapas meteorológicos e tabelas para fazer previsões de curto prazo sobre o tempo, em uma das várias cidades norte-americanas disponibilizadas.

O jogo se concentra em criar estratégias de ataque e defesa usando os personagens das cartas e suas características. No entanto, diferentemente de outros semelhantes, as cartas podem variar suas características, dependendo das condições climáticas no momento e no lugar onde a batalha acontece.

Segundo Klopfer et al. (2011), inicialmente, o usuário precisa fazer login no jogo, para então, antes de iniciar a batalha definir o baralho e cartas personalizadas, conforme condições

climáticas, a partir de seus conhecimentos e interpretação de gráficos climáticos. Os alunos podem escolher o local da batalha entre três opções de cidades. Após a escolha da arena, os alunos começam o jogo, onde devem prever o tempo em cada rodada da batalha.

3.5 Chen, Shin e Chen (2012)

Chen et al., (2012) apresentam um modelo e resultados do *Ubiquitous Adventure (RPG)*, um sistema de aprendizagem baseado em jogo. Os autores propõem o jogo com objetivos de melhorar a experiência de aprendizagem. O modelo apresentado está dividido em três partes: modelo do cliente, do instrutor e do servidor.

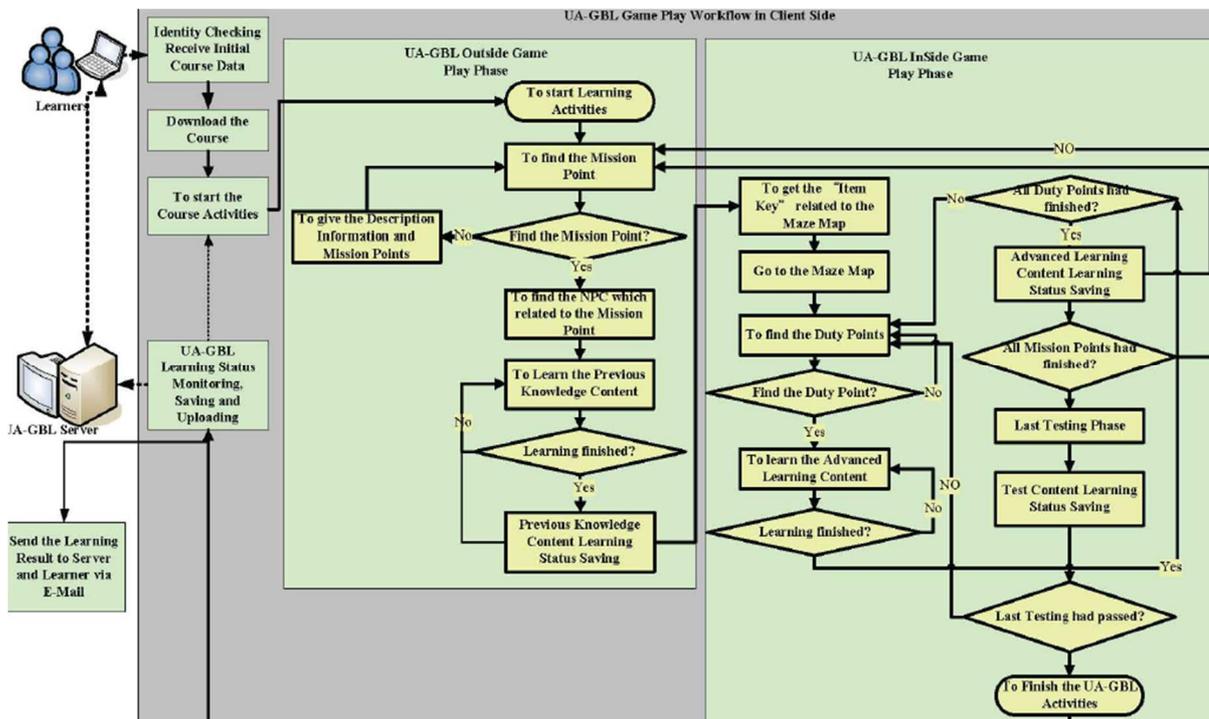
O modelo do cliente (Figura 6) apresenta o fluxo de trabalho de aprendizagem no jogo do lado do aluno. Em primeiro lugar, os alunos têm de se conectar ao servidor para verificar a autoridade do usuário, em seguida, é feito o download do curso, através de servidor de jogos UA-GBL(*ubiquitous adventure-Game Based Learning*) e instalá-los.

Em terceiro lugar, o usuário pode interagir com personagens do jogo (*non-players character-NPCs*) que irão passar os conteúdos úteis, conhecimento prévio aos alunos. No entanto, para isso, é necessário atingir metas de missão no mundo real, a fim de liberar o limite de NPC. Ao compreender todo o conteúdo de conhecimento anterior, o NPC dará ao jogador uma chave, que pode ser usada para entrar no labirinto e começar a resolver os enigmas do mapa.

Existem fases de batalha, em que o usuário pode usar sua habilidade "Magic Spell" e responder a perguntas específicas relacionadas ao conhecimento prévio, a fim de vencer a batalha. Os usuários podem também encontrar parceiros para ajudá-lo a derrotar os inimigos com facilidade. Após concluir todas as fases, o usuário terá finalizado a última missão. O grande chefe vai aparecer e o jogador precisará derrotá-lo para completar o jogo, para isso, deve utilizar a habilidade "Magic Spell" e responder a todas as perguntas e lições de aprendizagem para derrotá-lo, a fim de terminar o jogo.

Dessa forma, o sistema irá salvar o estado de aprendizagem sobre o armazenamento local, mostrar o resultado de aprendizagem e descrição de conteúdo relacionado a eles e enviá-la para o seu e-mail do usuário.

Figura 6: Modelo Cliente Ubiquitous Adventure



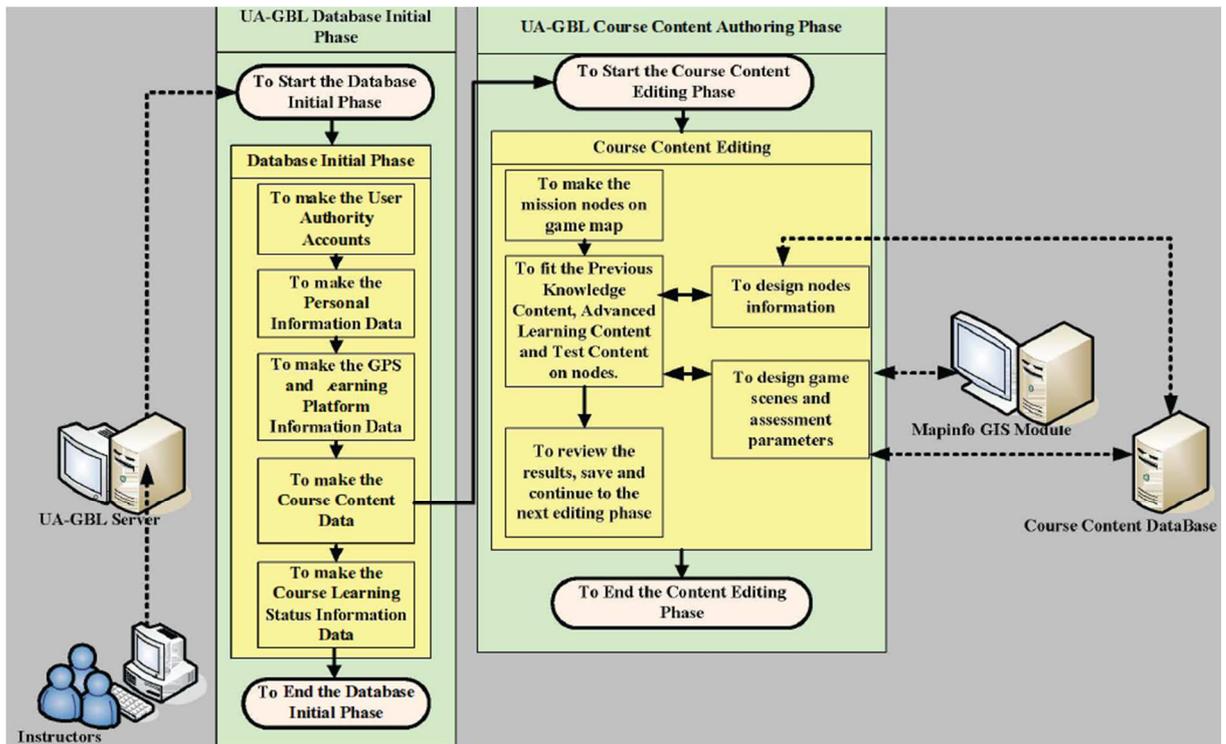
Fonte: Chen et al., (2012)

O modelo instrutor, conforme Figura 7, define com o primeiro passo, a construção de dados das contas e autoridade desses dados. O segundo passo é construir os dados básicos de informação relacionados à inscrição dos alunos, o dispositivo GPS e a plataforma de aprendizagem, a fim de iniciar a fase de edição do curso. Em seguida, os instrutores projetam o conteúdo do curso relacionado, fornecendo o conteúdo geral da aprendizagem. Dessa forma, o módulo de geração de jogos, pode autogerar os aspectos relacionados entre si, de elementos de jogo e atribuí-los no mundo do jogo, através de regras pré-definidas.

Os instrutores também podem criar a história em sequência, de acordo com as missão. Por fim, todos os dados de descrição do curso serão enviados ao banco de dados do servidor em arquivos de pacotes.

Para finalizar, o instrutor deve atribuir o curso de aprendizagem aos alunos, com o intuito de lhes dar a autoridade de aprendizagem para se conectar ao servidor do jogo. Então, o servidor do jogo pode monitorar o status de aprendizagem dos alunos sem problemas, de acordo com os conjuntos de dados relacionados no banco de dados.

Figura 7: Modelo Instrutor Ubiquitous Adventure



Fonte: Chen et al., (2012)

O módulo do servidor, inicialmente, rubrica todos os parâmetros de gestão e funcionalidades relacionadas ao sistema, e-mail, upload de arquivos, download e consulta web. Quando o cliente recebe os dados iniciais, ele irá enviar a solicitação de *download* do curso para o servidor, de acordo com os dados iniciais. O servidor inicia outro canal de transferência, a fim de evitar a interferência de dados. O cliente irá enviar os dados de monitoramento de servidor de acordo com o intervalo de tempo fixo.

Durante a experiência de aprendizagem, o cliente pode conversar com outras pessoas, através de uma interface de comunicação gerenciada pelo servidor. Quando o cliente termina sua experiência de aprendizagem, os resultados são enviados para o servidor que envia e-mail para a caixa de mensagens do aluno, os dados são armazenados no banco de dados, podendo ser acessados pelo usuário.

A validação do jogo se deu na Universidade de Yu-Da em Taiwan, com cinquenta estudantes do Gestão de Informação de estatísticas, divididos em grupos de pré e pós teste. Destes, vinte e cinco utilizaram o sistema para fazer a atividade de aprendizagem, em que foram constatados melhoras na aprendizagem, em relação ao grupo de controle, utilizando a aprendizagem de forma tradicional.

3.6 Comparação entre os trabalhos de estudo

A Tabela 1 apresenta um comparativo entre os modelos apresentados. Para a análise, foram selecionadas as seguintes características:

- Propósito do jogo: diferencia o tipo de jogo e os objetivos;
- Domínio de conhecimento: identifica qual área ou domínio de conhecimento se propõe a auxiliar;
- Características ubíquas: procura reconhecer as características ubíquas, disponíveis no modelo;
- Contextos empregados: verifica se houve utilização e quais contextos foram usados;
- Sensores utilizados: identifica se foram utilizado sensores, e quais são eles;
- Formas de interação: procura identificar, no modelo, quais os tipos de interação propostos entre o jogo e o jogador;
- Uso de IA: identifica se foram utilizados alguma tipo de inteligência artificial;
- Plataforma: Distingui quais plataformas são suportadas pelo modelo;
- Metodologia de aprendizagem: observa se foi utilizada alguma metodologia de aprendizagem como parâmetro para desenvolvimento e avaliação do modelo;
- Rastro de atividades: observa se os modelos apresentados armazenam as informações referentes ao desenvolvimento do jogador, escolhas e interações;
- Uso de ontologias: identifica se os modelos analisados utilizam algum tipo de ontologia.

As características citadas na Tabela 1 foram associadas aos modelos apresentados, quando mencionadas pelo autor ou quando puderam ser inferidas, através de informações do modelo ou do autor.

Tabela 1: Comparação entre trabalhos relacionados.

	Chang, Yang, Wang e Lin (2009)	Laine, Sedano, Joy e Sutinen (2010)	Liu e Chu (2010)	Klopfer, Sheldon, Perry e Chent (2011)	Chen, Shin e Chen (2012)
Propósito do jogo	Aventura, RPG	Aventura, desafios e exploração	Interação e exploração	Batalhas de cartas colecionáveis	Interação, exploração e desafios
Domínio de conhecimento	Não explícitos	História	Inglês	Clima	História
Características ubíquas	Mobilidade, contexto	Mobilidade, contexto	Mobilidade, contexto	Mobilidade, contexto	Mobilidade, contexto
Contextos Empregados	Localização	Localização, social, objetos	Localização/Social	Social	Localização, Objetos,
Sensores utilizados	Não explícitos	Qr Code	Qr Code	Não explícitos	RFID
Formas de interação	Email, fotos, textos	Vídeos, câmeras, textos	Áudio, Texto. Vídeo e câmeras.	Relatórios, mensagens, e feedbacks	Fotos, textos
Uso de IA	Não	Não	Tutor Virtual	Não	Não
Plataforma	PDA	Nokia Mupe	PDA	Web(multiplataforma)	Microsoft
Metodologia de aprendizagem	Não explícito	Não explícito	Não explícito	Não explícito	Não explícito
Rastro de Atividades	Sim	Não Explícito	Não explícito	Não explícito	Sim
Uso de ontologias	Não explícito	Não explícito	Não explícito	Não explícito	Não explícito

Fonte: elaborada pelo autor.

Todos os modelos analisados apresentam características ubíquas, que podem ser entendidas (SANTAELLA, 2013, p. 17) como sendo “a coordenação de dispositivos inteligentes, móveis e estacionários para prover aos usuários acesso imediato e universal à informação e novos serviços de forma transparente, visando aumentar as capacidades humanas”.

Dessa forma através da Tabela 1 apresentada em relação aos trabalhos revisados, podemos considerar que algumas características dos modelos podem ser melhor exploradas, uma vez que em nenhum deles, pode ser constatado o uso de ontologias. Além disso, em apenas um dos modelos estudados uma metodologia de aprendizagem foi explorada para dar suporte ao jogo, além de todos os trabalhos apresentarem soluções para áreas de propósito específico.

Assim, é possível considerar a concepção de um modelo para criação de jogos com propósitos e áreas de conhecimento genéricas, que possam ser criados por professores e

adaptados a diferentes cenários de aprendizagem. Além disso, o modelo prevê o uso de uma ontologia para gerenciamento das etapas do jogo, através de uma aprendizagem baseada em problema, podendo aumentar as possibilidades de uso do jogo e novos espaços de motivação para aprendizagem.

4 MODELO PROPOSTO

O modelo proposto procura fornecer uma plataforma para criação de jogos sérios ubíquos, apoiado em uma metodologia de aprendizagem baseada em problemas. Na proposta, o professor pode gerenciar o jogo, definindo, dessa forma, o domínio de aprendizagem a ser utilizado, os conteúdos, problemas e desafios que serão usados em cada etapa da aprendizagem e do jogo, bem como, quais recursos ubíquos podem ser explorados no ambiente em que o jogo se realizará.

Esse capítulo está organizado de maneira a apresentar as características básicas do UCHALLENGE, dessa forma, será exibida uma visão dos principais aspectos do modelo geral, bem como o detalhamento do modelo do professor e do aluno. São apresentados, ainda nesse capítulo, aspectos de funcionamento da ontologia para gerenciar a distribuição de problemas e desafios do jogo.

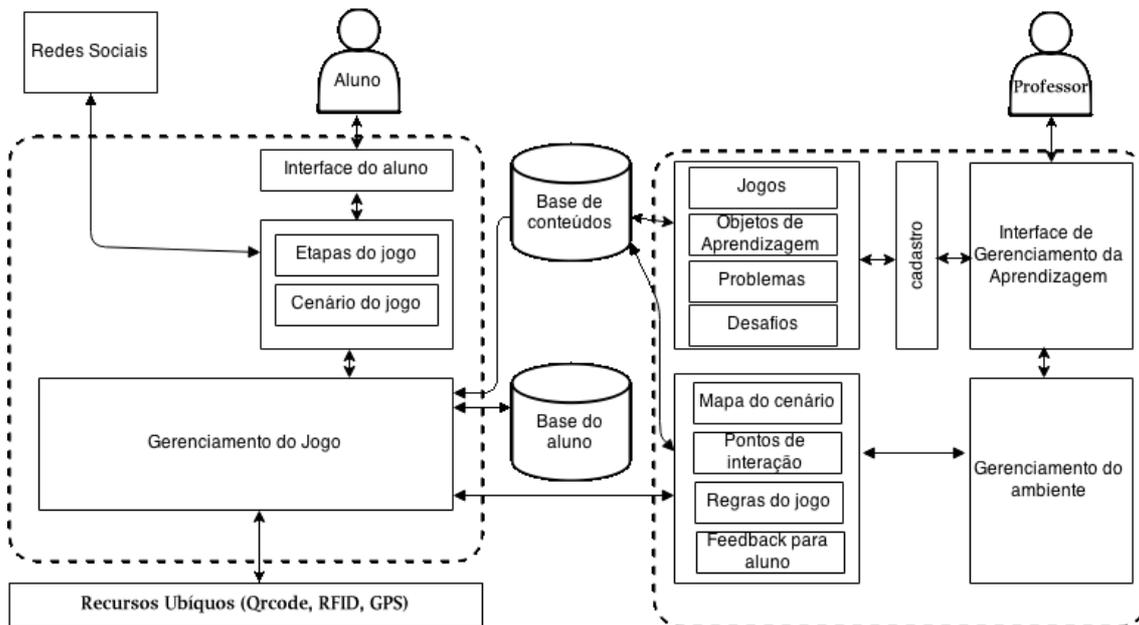
4.1 Visão Geral

O modelo apresentado se baseia em três aspectos: computação ubíqua (WEISER, 1991), (SATYANARAYANAN, 2001), jogos sérios (CLARK, 1974) e aprendizagem baseada em problemas (BARROWS, 1980), além dos modelos previamente revisados. Desse modo devem fazer parte do modelo os seguintes aspectos:

- Ser adaptável a diferentes domínios, permitindo assim que o professor possa organizar o jogo conforme sua área de interesse, desde que essa área possibilite e se beneficie da integração com cenários reais;
- Permitir a inserção e utilização da informação: possibilidade do professor gerenciar a base de dados conforme sua necessidade, fazendo uso e reuso de bases já existentes;
- Proporcionar a criação de problemas e desafios: permitir ao professor criar problemas principais e subproblemas, bem como os desafios que farão parte de cada etapa do jogo;
- Gerar informações de ambiente: permitir ao professor gerar desafios que possam ser adaptados a sensores e possam ser utilizados em diferentes cenários;
- Gerenciar problemas e desafios: de forma que o aluno possa receber os desafios, conforme etapa do jogo e objetivos de aprendizagem;

- Utilizar uma ontologia: que possa inferir a partir do domínio cognitivo da taxonomia de Bloom (1956), seus objetivos cognitivos, para fornecer desafios e conteúdos conforme a etapa e os objetivos pedagógicos para o aluno, levando em consideração uma complexidade crescente;
- Utilizar uma base de dados; que permita diferentes objetos de aprendizagem e inferência sobre ela;
- Armazenar os resultados do jogo: guardar informações sobre os resultados e caminhos utilizados pelo aluno no decorrer da partida;
- Gerenciar o jogo: permitir ao aluno iniciar um jogo ou retomar de onde parou anteriormente;
- Suporte ubíquo: fornecer suporte à recursos ubíquos e contextos, através de sensores QR Code, RFID e geolocalização;
- Interação entre usuários: possibilitar a comunicação entre usuários e grupos a fim de discutir e resolver problemas e desafios do jogo;
- Integração social: possibilitar acesso a redes sociais para trocas e divulgação de informações;
- Ser atrativo: proporcionar ao usuário diversão e motivação para continuar jogando.

Figura 8: Arquitetura do modelo UCHALLENGE



Fonte: Elaborada pelo autor.

A arquitetura do modelo prevê que o professor interaja com o UCHALLENGE, através de uma interface web usando protocolo HTTP, onde criará e gerenciará os componentes do jogo. O aluno por sua vez, fará acesso ao jogo através de uma aplicação disponível através de um dispositivo móvel. O modelo que representa as funcionalidades do UCHALLENGE é apresentado na Figura 8 e é composto pelos seguintes módulos:

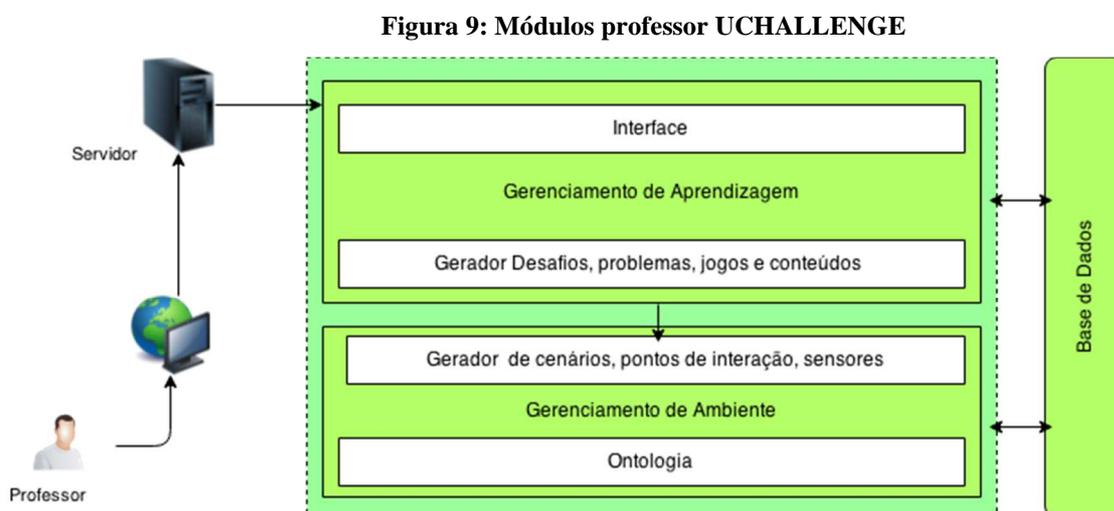
- Módulo de interface de gerenciamento da aprendizagem: responsável pela inserção e manutenção da base de conteúdos;
- Módulo de gerenciamento do ambiente: gerenciamento de regras, cenários e pontos de interação;
- Base de conteúdos: armazenamento de conteúdos, problemas e desafios;
- Base de alunos: armazenamento das informações e histórico de jogo do aluno;
- Módulo de gerenciamento do jogo: responsável por gerenciar recursos e informações para o aluno;
- Módulo de recursos ubíquos: gerencia comunicação entre recursos e aluno, através de QR Code, RFID e GPS;

- Módulo de interface do jogo: permite ao aluno gerenciamento e comunicação com o jogo e demais usuários.

Os módulos estão divididos entre o modelo do professor (servidor) e o modelo do aluno (cliente) sendo descritos a seguir.

4.2 Modelo professor

Nesse modelo são definidos os jogos, conteúdos, problemas desafios, cenários e pontos de interação. O modelo será alimentado pelo professor e apresenta a arquitetura conforme Figura 9



Fonte: Elaborada pelo autor

O professor, ao se autenticar no sistema, define um tema para jogo, esse tema é associado a uma área de conhecimento e a uma área de avaliação. Após essa definição, o professor cria o jogo, fixando o tema e delimitando o cenário, através da posição geográfica. Posteriormente, é necessário popular o jogo com conteúdos, problemas, subproblemas e desafios de ambiente. Os desafios criados precisam passar ainda por duas etapas:

- Gerar pontos de interação, ou seja, associar o desafio através do mapa do jogo a uma posição geográfica, para que o aluno possa visualizar;
- Gerar os sensores de ambiente, isto é criar informações em QR Code ou RFID que possam ser capturadas pelo aluno com dicas ou respostas do desafio.

O módulo permite também ao professor controle das respostas dos alunos, para que possa fazer intervenções pedagógicas depois ou durante o jogo através de feedback.

4.2.1 Módulo de Interface de gerenciamento de aprendizagem

Esse módulo será composto de uma ferramenta que irá descrever o jogo de forma visual, sem a necessidade de conhecimentos técnicos, criando assim diferentes instâncias, objetos e etapas. O módulo de gerenciamento de aprendizagem (Figura 9) possibilita ao professor, através de uma interface gráfica, a definição do domínio de conhecimento, área de avaliação e tema que será explorado e a inserção das informações na base de conteúdos relacionados com o domínio. Permite também a narração e contextualização dos problemas a serem resolvidos pelos alunos.

Além disso, o módulo apresenta ao professor um ambiente (Figura 10) com ferramentas de autoria que possibilitam a criação de problemas, conteúdos e tipos de materiais que possam auxiliar o aluno, assim como personalizar o ambiente do jogo e a geração de mapa para o cenário em que será ambientado.

A interface permitirá ao professor definir por objetivos pedagógicos (lembrar, entender, aplicar, analisar e criar) cada problema, subproblema ou desafio poderão ser utilizados. Os objetivos pedagógicos são norteadores para a definição das etapas do jogo.

Os objetivos pedagógicos ou educacionais estão relacionados à Taxonomia de Bloom e são o que o professor espera que os alunos saibam. Estão dispostos num nível de menor para a maior complexidade, assim como ocorrem na maioria dos jogos, em termos de dificuldades. Esses níveis definidos por Bloom segundo KRATHWOHL (2002), são etapas sucessivas de forma que uma etapa deva ser dominada para que a próxima possa ser alcançada. Dessa forma, a definição dos objetivos pedagógicos em cada tarefa do jogo é o que vai definir a ordem em que os alunos receberão tais tarefas.

4.2.2 Módulo de gerenciamento de ambiente

O módulo de gerenciamento de ambiente é responsável pelo comportamento dos elementos do jogo. Nele é possível a associação dos desafios e problemas ao cenário do jogo, assim com a geração de sensores que contém informações, tais como dicas ou orientações para

resolução dos mesmos no ambiente previamente definido. Os sensores disponíveis no modelo são:

- QR Code, que são códigos de barras, que se utilizam de matriz em duas dimensões, podendo armazenar grande quantidade de informações. Esse tipo de sensor tem como grande vantagem segundo KAN et, al. (2009), a possibilidade de ser facilmente gerado por impressoras comuns e não exigem qualquer tipo de baterias para manter e disponibilizar suas informações
- RFID refere-se a um tipo de tecnologia para troca de dados sem fio. As informações são registradas e lidas em um chip conectados a antenas que recebem sinais de rádio frequência (RF) de um dispositivo de leitura/gravação – normalmente chamado leitor, codificador ou interrogador. A troca de informações ocorre automaticamente, liberando o usuário de qualquer intervenção para iniciar uma leitura. Segundo Bouet e Santos (2008), é uma forma de armazenar e trocar informação por meio de transmissão eletromagnética, através de um circuito de rádio frequência, sendo utilizado atualmente para identificação e localização.

Esse módulo também fará a inferência das ações do jogo, tais como problemas, desafios ou subproblemas (quiz), de acordo com o estado atual do jogo e regras preestabelecidas, variando sua complexidade conforme, a etapa do jogo.

Jogos, de uma forma geral, chamam a atenção pela eficiência com a qual conseguem envolver os jogadores, através de um ambiente interativo, desafiador e sobre tudo motivador. Isso diferencia um jogo, principalmente educacional, de outros materiais didáticos. Assim, a elaboração das etapas que o compõem, é uma atividade indispensável para obtenção de bons resultados finais. Dessa forma, a complexidade e a interação das ações e os elementos criados para produzir motivação do jogo dependem do professor. Ao modelo, cabe identificar quais ações serão propostas a cada etapa do jogo e oferecer ao jogador essas possibilidades.

A complexidade das etapas do jogo é controlada, de acordo com os objetivos educacionais determinados pelo professor, através de uma ontologia baseada na taxonomia de Bloom revisada. Ou seja, para cada ação baseada em problemas, criada pelo professor, será necessário definir o objetivo pedagógico pretendido. As etapas do jogo são definidas nas seguintes categorias adaptadas de Krathwohl (2002):

- Lembrar, recuperar conhecimentos relevantes a partir de memória de longo prazo, reconhecer e recordar;

- Entender, Determinar o significado de linguagens, oral, escrita ou gráfica, interpretando, comunicando, exemplificando, classificando, resumindo, deduzindo, comparando ou explicando;
- Aplicar, realização, ou por um processo em uma determinada situação, executando ou implementando;
- Analisar, distinguir, classificar e relacionar ideias, hipóteses, evidências ou estruturas de um problema ou situação de análise;
- Criar, colocar elementos em conjunto para formar um todo coerente ou fazer um produto original.

A ontologia detalhada, na sessão 4.3, prevê o desenvolvimento cognitivo através de uma complexidade crescente (BARATO, 2009 apud SAVI et al., 2010) e metodologia de aprendizagem baseada em problemas. O domínio da ontologia foi representado pelo processo cognitivo, definido pela Taxionomia de Bloom, revisada, descrevendo os conhecimentos que se deseja que os alunos desenvolvam (WALL; TELLES, 2004 apud SAVI et al.,2010).

4.2.3 Módulo de gerenciamento do jogo

Esse módulo é responsável por controlar um grupo de objetos do jogo. Isso envolve armazenar e controlar o ciclo de vida das informações no banco de dados do aluno, posição e fase do jogo, acesso aos conteúdos na base de conhecimento, além de gerenciar o fluxo do jogo através da interação com o módulo gerenciador de problemas e desafios. As informações desse módulo são recebidas através de uma aplicação móvel e processados por uma web api.

O usuário, ao se logar pela primeira vez e acessar um jogo, cria na base de dados uma partida associada ao seu usuário. Nela, são definidas a fase inicial do jogo (com o objetivo pedagógico “lembrar”), a pontuação por etapa, a pontuação total, o número de problemas, os subproblemas e desafios resolvidos por fase. Ao atingir o número de ações necessárias para passar para a próxima fase, os pontos adquiridos nessa fase são somados ao total e a próxima fase (“entender”) é iniciada e são disponibilizados ao o aluno ações referentes a essa fase. O processo continua, assim, subsequentemente até a fase final do jogo.

4.2.4 Módulo de recursos ubíquos

Esse módulo é responsável por gerenciar, fornecer, codificar e permitir a interação entre os recursos ubíquos e os usuários, quando solicitado o módulo fará uso do GPS para identificar

a posição do jogador em relação ao mapa previamente criado pelo professor e indicar os desafios propostos, através dos marcadores dispostos no mapa, permitindo também a leitura das informações disponíveis nos sensores de ambiente.

O gerenciamento das interações ocorrem conforme as etapas do jogo, ou seja, só são visualizados pelo jogador as interações cadastradas pelo professor e definidas conforme seu objetivo pedagógico. O acesso ao sistema de localização é solicitado ao jogador, durante a instalação da aplicação, ficando disponível durante todo o jogo para consulta e localização de desafios no mapa do ambiente.

Ao acessar um desafio através do mapa do jogo, o aluno recebe a posição e a opção de capturar informação de sensores; ativando, dessa forma, os recursos necessários do dispositivo móvel, como exemplo, podemos ativar a câmera do dispositivo para leitura de um QR Code

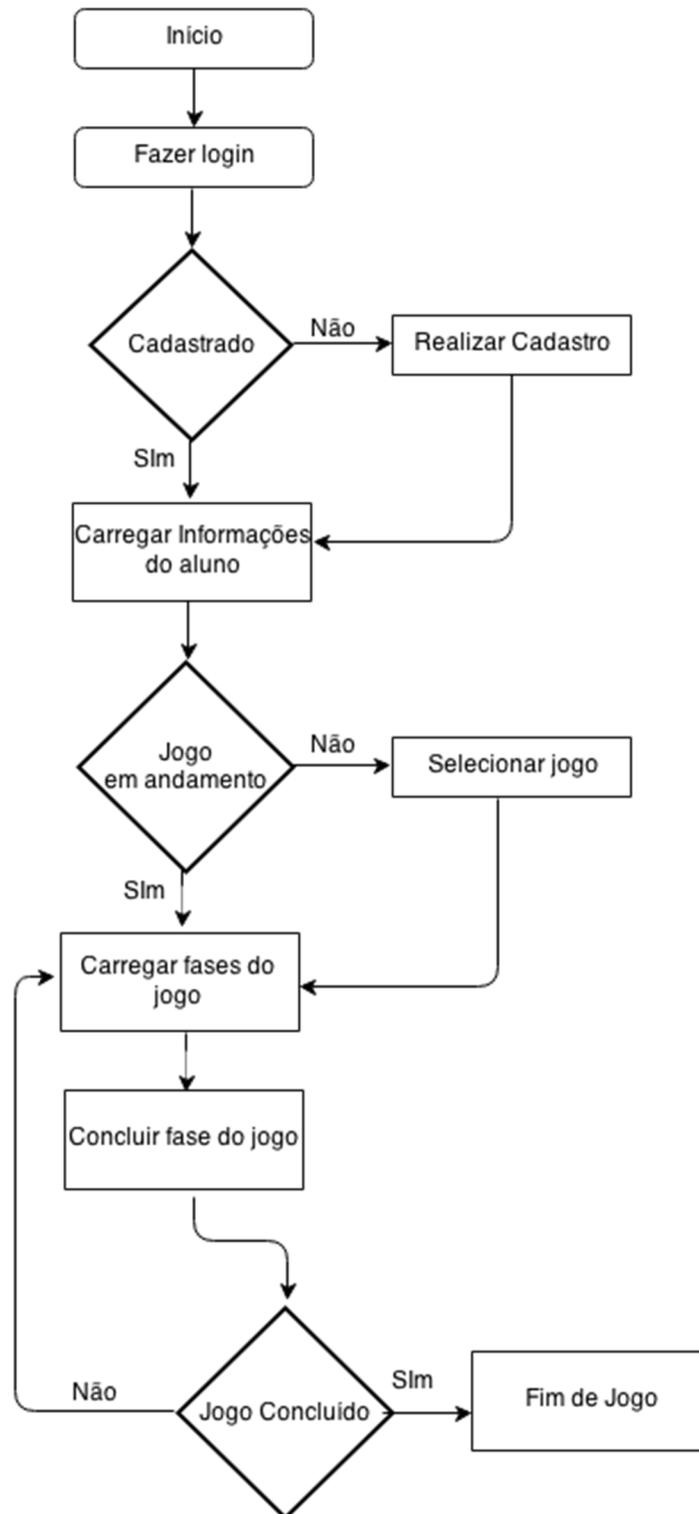
4.2.5 Módulo de interface do jogo

A interface do jogo permite a interação do usuário com os módulos de gerenciamento do jogo, gerenciamento de grupos e recursos ubíquos. Esse componente também é responsável pela comunicação e interações dos alunos, através de um canal interno de comunicação, permitindo, assim, a troca de informações e mensagens sobre desafios e problemas, possibilitando ainda a utilização de redes sociais previamente cadastradas pelo usuário.

A interface do jogo prevê etapas de acesso ao ambiente, sendo que a primeira delas é autenticar o usuário. O processo de cadastro é realizado pelo professor e posteriormente serão apresentados ao aluno todos os jogos disponíveis, Após a escolha do jogo e início da partida, todas as ações realizadas pelo jogador são armazenadas na base de dados, com as respostas e a pontuação recebida.

A fase do jogo, bem como a pontuação recebida, são apresentadas ao jogador em tempo real. Os subproblemas que apresentam respostas de múltipla escolha são contabilizadas automaticamente pelo modelo. Já os problemas e desafios precisam ser validados com o professor, que acompanha o jogo e recebe, através do painel de controle as respostas podendo confirmar ou não o acerto. A Figura 10 apresenta um fluxo básico do funcionamento do jogo.

Figura 10: Fluxo de jogo aluno



Fonte: Elaborada pelo autor

4.3 Ontologia Proposta

O modelo de ontologia proposto nesse trabalho, utilizou a metodologia de MCguinness e Noy (2001), que apresenta um processo de sete passos para construção de ontologia. São eles:

1. Determinar o domínio e o escopo da ontologia;
2. Considerar o reuso;
3. Enumerar termos importantes;
4. Definir classes;
5. Definir propriedades;
6. Definir restrições das propriedades;
7. Criar instâncias.

Dessa forma, o presente trabalho fez uso dessas sete etapas para desenvolver e formalizar a ontologia proposta, conforme descrito nas subseções.

4.3.1 Determinar o domínio e o escopo da ontologia

O início da definição da ontologia partiu da determinação do domínio e do escopo (MCguinness e Noy, 2001). Ou seja, pretende-se responder as perguntas básicas listadas a seguir:

- Qual é o domínio que a ontologia cobrirá?

Nesse caso, espera-se que o domínio de conhecimento que o modelo cubra, seja a representação das etapas de um jogo sério e ubíquo educacional baseado em problemas.

- Por que será utilizada a ontologia?

A ontologia será utilizada para interpretar as fases do jogo gerado pelo UCHALLENGE, para cada área de aprendizagem e sua representação na evolução dos processos cognitivos. Dessa forma, a ontologia indicará quais problemas serão apresentados ao aluno, assim como os desafios do ambiente.

- Para quais tipos de questões a informação na ontologia deve fornecer respostas?

No modelo proposto a ontologia fornecerá informações das fases do jogo, possibilitando dessa maneira inferir os conteúdos, problemas e desafios propostos conforme os objetivos educacionais definidos pelo professor, a partir dos processos cognitivos definidos por Bloom, 1956 apud Chan et al., (2009). Em 2001, David Krathwohl que participou da definição da

taxonomia em 1956, coordenou uma equipe de especialistas que buscou equilibrar a taxonomia original com as evoluções ocorridas na educação em mais de 40 anos.

Desse trabalho de análise surgiu uma proposta para taxonomia de Bloom, a taxonomia revisada, dessa forma a dimensão de conhecimento e de processos ficou melhor definida, e isso originou um novo modelo de utilização que tem como estrutura uma Tabela Bidimensional assim definida por (ANDERSON et al., 2001). Essa proposta tem sido utilizada para avaliação de jogos educacionais (SAVI, 2010), ou ainda para colaborar na definição de objetivos em jogos educacionais (SCAICO, 2012)

Dessa forma, a partir da ontologia, pretende-se responder as seguintes questões:

- Qual o domínio do jogo?
- Quais os objetivos educacionais?
- Qual etapa do jogo?
- Quais recursos são indicados para cada fase do jogo?
- Quais conteúdos estão relacionados ao objetivo do jogo?
- Quais problemas e desafios devem ser indicados?
- Quais pré-requisitos são necessários para a solução do problema?

Se considerarmos que o modelo proporciona a criação de jogos em diferentes domínios, podemos ainda reutilizar conteúdos, desafios e problemas da base de dados, possibilitando assim a criação e respostas de perguntas mais elaboradas, referentes às questões de competência (MCGUINNESS e NOY, 2001), tais como:

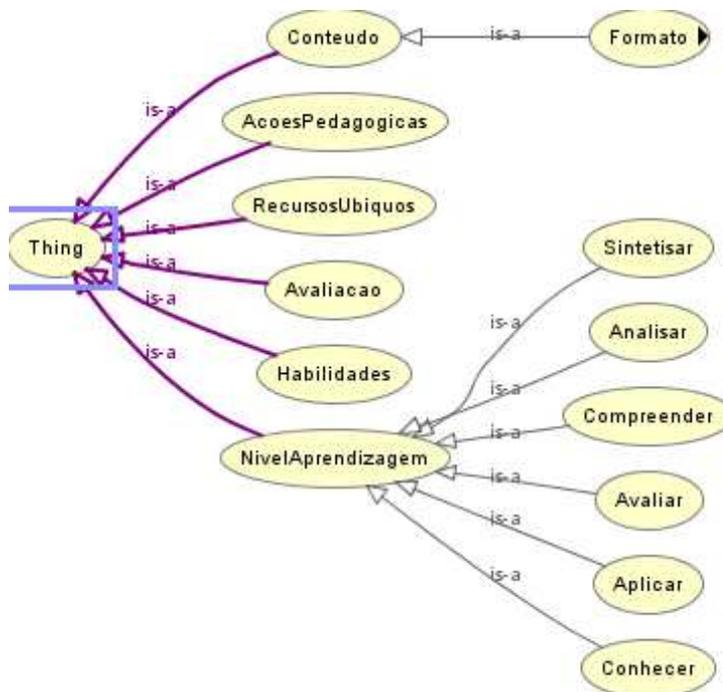
- Quais desafios podem ser reutilizados em diferentes jogos?
- Quais jogos se relacionam por área de conhecimento?
- Quais conteúdos podem ser reutilizados?
- Quais formatos de mídia os alunos preferem?

Um aprofundamento maior deve ainda ser realizado, para identificar novas possibilidades e refinamento da questão.

O modelo UCHALLENGE poderá ser utilizado por professores e instituições de ensino que desenvolvam e utilizem práticas educacionais relacionadas com PBL e/ou jogos sérios. Os

relacionamento das classes principais podem ser identificadas na Figura 11 desenvolvida, a partir do software Protégé³.

Figura 11: Relacionamento classe principais.



Fonte: elaborada pelo autor.

³ <http://protege.stanford.edu/>

5 IMPLEMENTAÇÃO

Esse capítulo apresenta os aspectos relacionados à implementação do protótipo, que foram divididos em três etapas:

- Projeto e análise, em que serão descritos, com detalhamento os requisitos, regras de negócios e diagramas de casos de uso;
- Implementação do protótipo, em que são descritos, linguagens, frameworks e bibliotecas, bem como as tecnologias que foram utilizadas para integração dos módulos e aplicação do protótipo;
- Limitações do protótipo, no qual são relatadas as diferenças entre o modelo proposto e a implementação do protótipo

5.1 Projeto e análise

Para iniciar o projeto, foi necessário realizar o levantamento dos requisitos do sistema, avaliar os possíveis problemas e as necessidades do protótipo do modelo professor e aluno. Para isso, foram definidos os requisitos necessários para implementação do protótipo conforme descrito na próxima seção.

5.1.1 Especificação de requisitos

Nesse item, foram definidas as funcionalidades necessárias para o sistema, possibilitando, assim, uma visão geral sobre o ambiente e o comportamento do modelo proposto. Os requisitos necessários para atender às necessidades do sistema são descritos nessa seção, assim como o comportamento de entradas e saídas envolvidas na funcionalidade do protótipo.

Para análise e teste do protótipo do modelo UCHALLENGE, foram definidos requisitos que permitam a funcionalidade do modelo do professor e do aluno, bem como as regras de negócios necessárias e as ações do administrador.

O modelo do professor deverá permitir autenticação, gerenciamento de usuários, criação e manutenção do jogo, inserção e manutenção de objetos de aprendizagem, criação e gerenciamento de ações no jogo, associação de interações ao ambiente do jogo e geração de sensores para ambiente, o detalhamento desses requisitos podem ser vistos na Tabela 2.

Tabela 2: Requisitos e regras de negócios modelo professor

RQ1 Autenticar Acesso	
RN1	Validar usuário e senha conforme dados do usuário
RQ2- Permitir Crud de Usuários	
RN1	Deverá permitir criar, selecionar, atualizar e excluir os seguintes Atributos (nome senha, e-mail e tipo de usuário)
RQ3- Possibilitar a criação e manutenção de Jogos	
RN1	Deverá informar o nome do jogo
RN2	Deverá informar área de conhecimento conforme tabelas CAPES
RN3	Deverá informar tema do jogo
RN4	Deverá informar coordenadas que identifiquem o cenário do jogo
RQ4 Possibilitar a inserção e manutenção de Objetos de Aprendizagem	
RN1	Deverá informar nome do objeto
RN2	Deverá Informar tema do objeto
RN3	Deverá informar formato do objeto e fazer upload do mesmo
RQ5 Permitir a criação e manutenção de ações do jogo	
RN1	Deverá informar nome da ação o tipo de ação, podendo ser
RN2	Deverá Informar tema
RN3	Deverá informar objetivo pedagógico conforme taxonomia de Bloon (Lembrar, Entender, Aplicar, Analisar e Criar)
RN4	Deverá informar as possíveis respostas da ação
RQ6 -Possibilitar a geração de informações para sensores de ambiente.	
RN1	Deverá gerar a ação, dicas, orientação ou resposta da ação em QR Code ou RFID
RQ7 Permitir a associação de ações ao mapa do ambiente.	
RN1	Deverá associar ações em posições específicas do cenário permitindo assim a interação com o ambiente

Fonte: Elaborada pelo autor

O aluno, por sua vez, utilizará o modelo, por meio de uma aplicação móvel, para isso, será necessário atender os seguintes requisitos: autenticar usuário, acessar jogos disponíveis, executar todas as etapas do jogo, acessar os recursos de ambiente de ambiente, as regras de negócios desses requisitos são detalhados, conforme Tabela 3.

Tabela 3: Requisito e regras de negócio modelo aluno

RQ8 – Autenticar usuários	
RN1	Validar e autenticar usuário conforme nível de acesso
RQ9 – Acessar Jogos Disponíveis	
RN1	Visualizar lista com jogos disponíveis
RN2	Acessar jogos disponíveis
RQ10 – Jogabilidade	
RN1	Iniciar uma partida do jogo
RN2	Retomar partida já iniciada
RN3	Permitir acesso e interação com as ações disponíveis no jogo, tais como Problemas, Desafios e Quizes
RN4	Possibilitar a visualização de etapas do jogo
RN5	Possibilitar a visualização do Score do jogo
RQ11 – Acessar os recursos do Ambiente	
RN1	Possibilitar acesso ao mapa do ambiente
RN2	Permitir visualização dos pontos de interação do ambiente no mapa
RN3	Possibilitar a interação com sensores de QR Code ou RFID
RN4	Permitir comunicação com outros jogadores

Fonte: Elaborada pelo autor.

A partir da análise dos requisitos funcionais, foi possível identificar os atores do sistema e respectivas funcionalidades necessárias, para isso, na próxima seção serão, definidos os casos de uso e fluxo normal no sistema.

5.1.2 Casos de uso

Uma vez que os requisitos foram definidos, identificou-se os principais processos do sistema. Para ilustrar melhor tais processos, foram descritos casos de uso com as possíveis interações e atores a partir dos requisitos funcionais vistos na seção anterior.

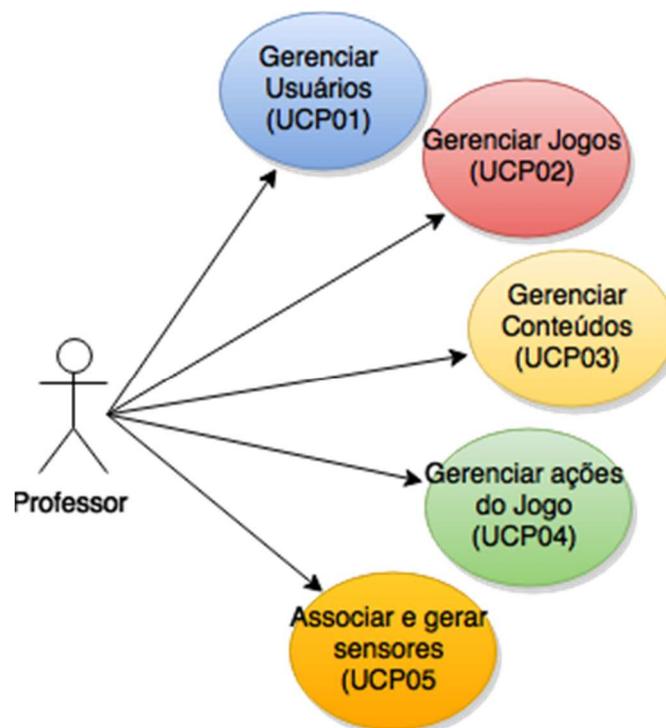
Alguns autores sugerem que todas as possíveis interações devam ser representadas por meio de casos de uso. No entanto, Wazlawick (2004) enfatiza que as interações de inserção, exclusão e alteração de dados consistem em um mesmo acesso ao sistema e que, portanto, não é necessário considerar tais operações como casos de uso específicos. Dessa forma, serão apresentados somente os principais processos, que envolvam ou agrupem tais procedimentos. A Tabela 4 apresenta esses procedimentos referentes aos casos de uso do professor.

Tabela 4: Casos de uso modelo professor

Referências	Nome	Atores	Descrição
UCP01 (RQ01, RQ02)	Gerenciar usuários	Professor, Administrador	O administrador poderá gerenciar usuários e o professor poderá autenticar-se e acessar o painel de controle
UCP02 (RQ03)	Criar e gerenciar jogos	Professor	O professor através do painel de controle, cria e gerencia jogos, definindo nome, tema e mapa do ambiente onde o jogo irá ocorrer.
UCP03 (RQ04)	Criar e gerenciar objetos de aprendizagem	Professor	O professor define o tipo de objeto, associa a uma área de conhecimento a um tema e faz upload do arquivo.
UCP04 (RQ05)	Criar e gerenciar ações de jogo	Professor	O professor define o tipo de ação (problema, Quiz ou desafio), associa a uma tema e objetivo pedagógico, definindo possíveis respostas, certas ou erradas).
UCP05 (RQ06, RQ07)	Associar e gerar sensores de ambiente	Professor	O professor associará desafios ao ambiente, definindo sua localização no mapa e gerando os sensores para disponibilizar no ambiente

Fonte: Elaborada pelo autor

A Figura 12 representa o diagrama de caso de uso do professor, em que são associadas todas as principais interações necessárias para criação do jogo, cenário e elementos de ação.

Figura 12: Diagrama de caso de uso professor

Fonte: Elaborada pelo autor

A seguir, na Tabela 5, são apresentados todos os casos de uso elencados para o aluno que representa em partes, todas as funcionalidades do sistema para esse ator.

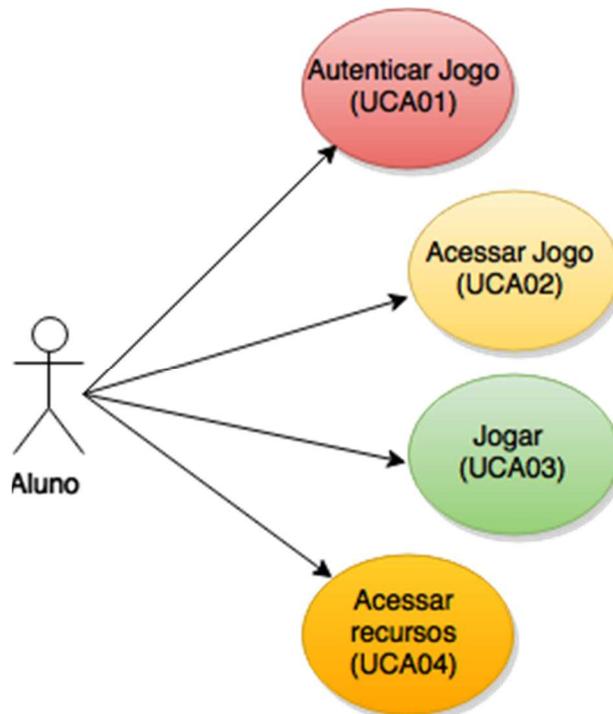
Tabela 5: Casos de uso modelo aluno

Referências	Nome	Atores	Descrição
UCA01 (RQ08)	Autenticar jogador	Aluno	O aluno irá acessar e autenticar o jogo através de uma aplicação móvel.
UCA02 (RQ09)	Acessar jogos	Aluno	O aluno visualiza todos os jogos disponíveis e acessa o jogo de seu interesse.
UCA03 (RQ10)	Jogar	Aluno	O aluno inicia ou retoma partida já existente, podendo acessar e interagir com as ações disponíveis pela etapa do jogo, além da sua situação no jogo.
UCA04 (RQ11)	Acessar recursos de ambiente	Aluno	O aluno irá acessar em qualquer etapa do jogo o mapa com a localização dos desafios e interagir como os sensores de ambiente, além de comunicar com outros usuários.

Fonte: Elaborada pelo autor

A Figura 13 representa o diagrama de caso de uso do aluno, com suas possíveis interações no sistema.

Figura 13: Diagrama de caso de uso aluno



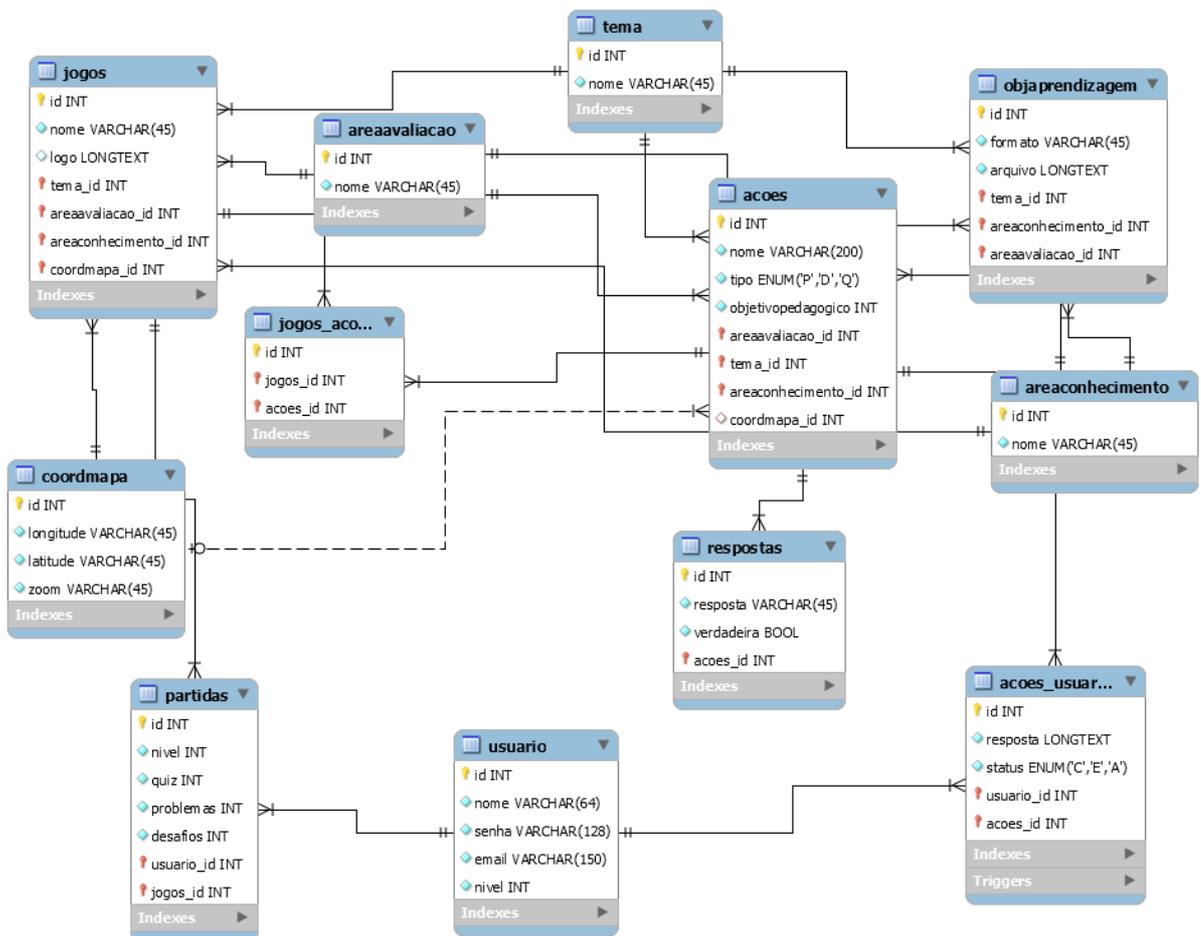
Fonte: Elaborada pelo autor

Os requisitos e casos de uso identificados foram utilizados como base para elaboração do modelo conforme descrito na seção subsequente.

5.1.3 Modelo conceitual

A partir das informações geradas anteriormente para construção de modelos e diagramas, que permitiram melhor entendimento do projeto e interpretação do domínio. Essas informações foram utilizadas para gerar a estrutura de um banco de dados relacional, conforme diagrama de entidade e relacionamento (DER) apresentado na Figura 14.

Figura 14: Diagrama entidade e relacionamento



Fonte: Elaborada pelo autor

Para construção do diagrama ER, tabelas e triggers em uma base MySQL⁴, foi utilizado o MySQL Workbench⁵, a ferramenta permitiu o gerenciamento completo no ambiente de testes, além de importar e permitir a sincronização completa com a base real.

5.2 Implementação do protótipo

A implementação do protótipo se baseia em uma arquitetura com padrão *Model-View-Controller* (MVC), descrita por Krasner (1988), a fim de dividir as etapas e facilitar o desenvolvimento de aplicações orientadas a objetos. No padrão MVC, o *Model* corresponde a representação dos dados do sistema, assim como as regras que gerenciam o acesso e a alteração dos dados, além de manter o estado persistente do negócio e oferecer ao *Controller* a possibilidade de conectar as funcionalidades do sistema encapsulados pelo modelo.

A *View* solicita o conteúdo do *Model* e encaminha para o *Controller* as ações solicitadas pelo usuário, além de acessar os dados da *Model*, através do *Controller*, que interpreta como os dados deverão ser apresentados.

O desenvolvimento do protótipo foi dividido em duas etapas; sendo a primeira, o modelo do professor uma aplicação Web, em que foi utilizada o CodeIgniter,⁶ um framework que utiliza o padrão MVC para aplicações em PHP integrado ao Bootstrap⁷, que possibilita a utilização de componente, *plugins* Javascript, CSS e HTML5, viabilizando, assim, a criação de aplicações web responsivas. Na segunda etapa, a aplicação para o aluno foi baseada no Framework Ionic⁸.

5.2.1 Modelo professor

A estrutura apresentada na Figura 15 exhibe o fluxo do protótipo desenvolvido, para essa etapa, a partir do modelo MVC. Todas as solicitações realizadas pela tela inicial, através das *views*, são encaminhadas para os *controllers* específicos, que são responsáveis por intermediar as ações entre o painel de controle e o banco de dados.

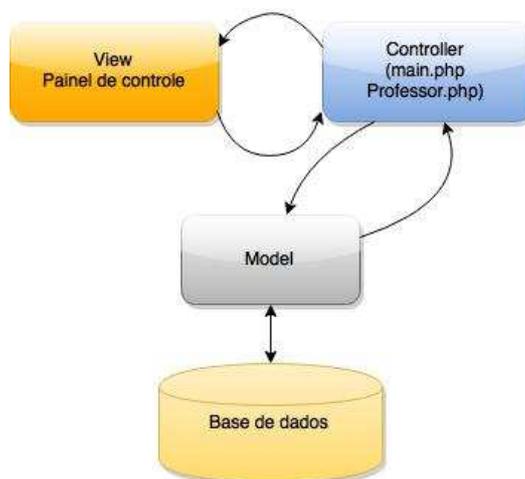
⁴ Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados. <https://www.mysql.com/>

⁵ Ferramenta para gerenciamento do mysql. <https://www.mysql.com/products/workbench/>

⁶ Framework PHP. <http://www.codeigniter.com/>

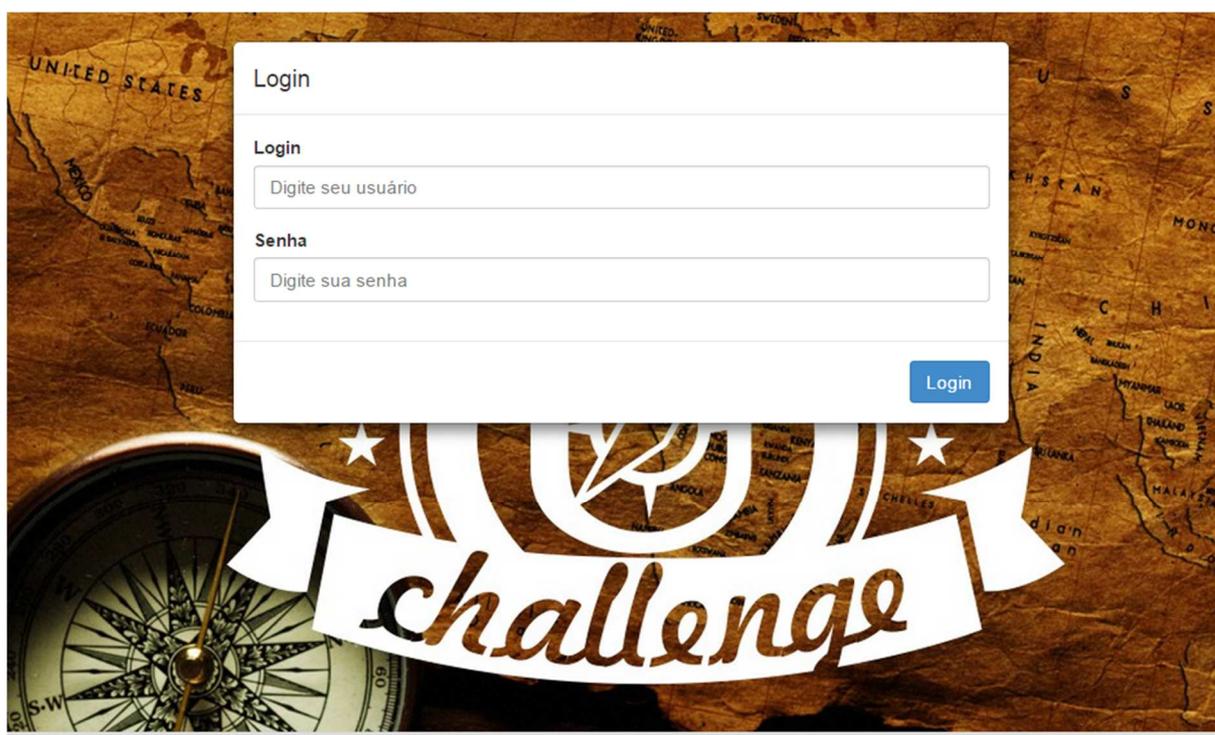
⁷ Framework Javascript, CSS e HTML <http://www.w3schools.com/bootstrap/>

⁸ <http://ionicframework.com/>

Figura 15: Modelo MVC de fluxo da aplicação

Fonte: elaborada pelo autor

O primeiro *controller*, o `main.php`, é responsável pela autenticação dos usuários, ele recebe a solicitação da *view*, através da tela de login (Figura 16), encaminhando a *model* que verifica as informações do usuário, permitindo ou não o acesso ao painel de controle.

Figura 16: Tela de login

Fonte: Elaborada pelo autor

Após o acesso ao painel de controle, todas as solicitações de cadastro ou consultas realizadas pelo professor são encaminhadas ao *Controller* que por sua vez, encaminha aos modelos correspondentes para acesso ao banco. Os cadastros possíveis pelo professor, nesse painel, incluem temas, jogos, conteúdos e ações. As ações possíveis são problemas, desafios e quiz.

A criação de jogos se utiliza de uma API de geolocalização, GMaps⁹ que captura, através de um script, a latitude, longitude e Zoom do mapa, passando-os como parâmetro para cadastro do cenário do jogo, a Figura 17 exibe a chamada do *script* para captura das informações.

Figura 17: Script de captura de posição geográfica

```
<script type="text/javascript">
  /* Carga da instancia padrão do Google Maps */
  var teste;

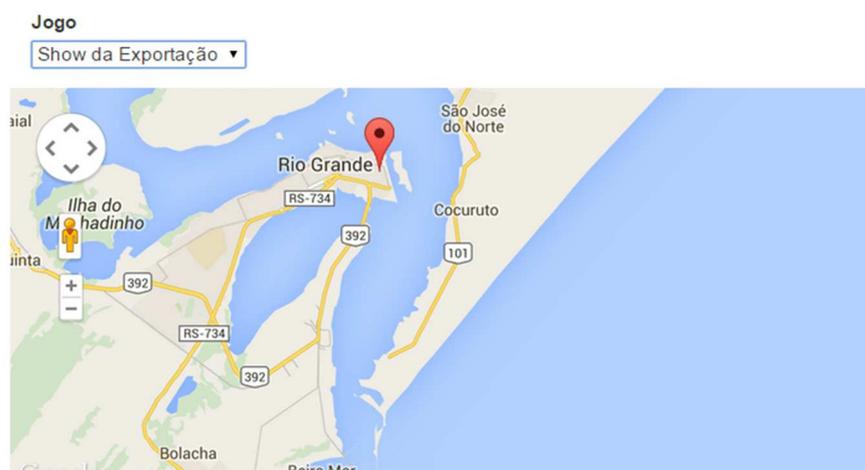
  var map = new GMaps({
    el: '#map',
    lat: -12.043333,
    lng: -77.028333,
    center_changed: function(e) {
      document.getElementById('lat').value = e.center.lat();
      document.getElementById('lng').value = e.center.lng();
      document.getElementById('zoom').value = e.zoom;
    },
    zoom_changed: function(e) {
      document.getElementById('zoom').value = e.zoom;
    }
  });

  /* Geolocalização do Google Maps */
  GMaps.geolocate({
    success: function(position) {
      map.setCenter(position.coords.latitude, position.coords.longitude);
    },
    error: function(error) {
      alert('Erro na geolocalização: '+error.message);
    },
    not_supported: function() {
      alert("Desculpe, seu navegador não suporta geolocalização, usando posição padrão.");
    }
  });
</script>
```

Fonte: Elaborada pelo autor

Além dos jogos, os desafios de ambientes também fazem uso da *script* Gmaps para cadastro dos pontos de interação, conforme Figura 18, para isso, foi utilizado o objeto `map.addMarker`, presente no Gmaps.

⁹ <https://hpneo.github.io/gmaps/>

Figura 18: Cadastro de pontos de interação

Fonte: Elaborada pelo autor

Para implementar a geração de sensores QR Code, foi utilizada a biblioteca qrcode¹⁰, para php, que possibilita ao professor a seleção de tamanhos e tipos de diferentes QR Code. O acesso ao jogo e recursos é disponibilizado para o aluno, através de uma aplicação para dispositivos móveis, que foi desenvolvida para multiplataformas, conforme será descrito na próxima seção.

5.2.2 Aplicação aluno

A fim de atender a um dos objetivos do projeto que era a construção de uma aplicação multiplataforma, as escolhas das ferramentas para desenvolvimento, foram pautadas nesse requisito, para isso optou-se pelo Ionic. Esse Framework, que surgiu em 2013, vem ganhando força no mercado para desenvolvimento de aplicações híbridas. O projeto Ionic é baseado em outros três frameworks de sucesso:

- Apache Cordova¹¹ é um framework que possui diferentes plug-ins, que possibilitam o acesso aos funções nativas dos dispositivos como: câmeras, arquivos e ferramentas de geolocalização;
- Twitter Bootstrap possui um conjunto de componentes HTML5, CSS e Javascript, que possibilitam o desenvolvimento *front-end* de forma responsiva;

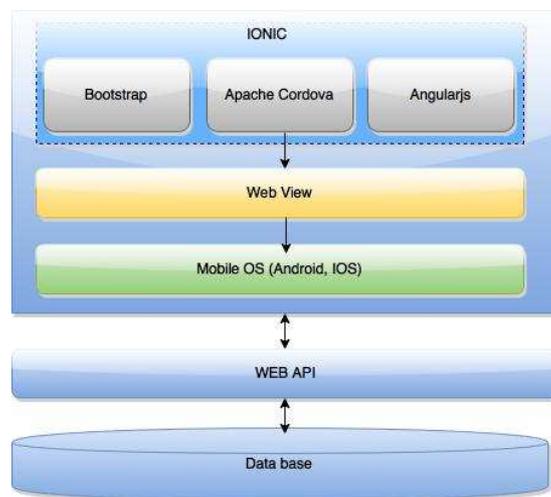
¹⁰ <http://phpqrcode.sourceforge.net/>

¹¹ <https://cordova.apache.org/>

- AngularJs¹² é um framework javascript, mantido pela Google, que se utiliza do conceito *two way databinding*, ou seja qualquer alteração realizada na *view* é imediatamente realizada no modelo e vice-versa, permitindo, assim, projeção instantânea do modelo.

O protótipo apresentado, também faz uso de um serviço web, desenvolvido em PHP para comunicar a aplicação móvel com a base de dados. Isso pode ser visto no modelo da Figura 19.

Figura 19: Comunicação aplicação web



Fonte: Elaborada pelo autor

5.2.3 Interface do protótipo do aluno

A interface inicial da aplicação permite a validação do jogador na base de dados (Figura 20), fazendo, em seguida, a pesquisa por jogos disponíveis, apresentando o total de pontos obtidos e recuperando a fase atual do jogo.

¹² <https://angularjs.org/>

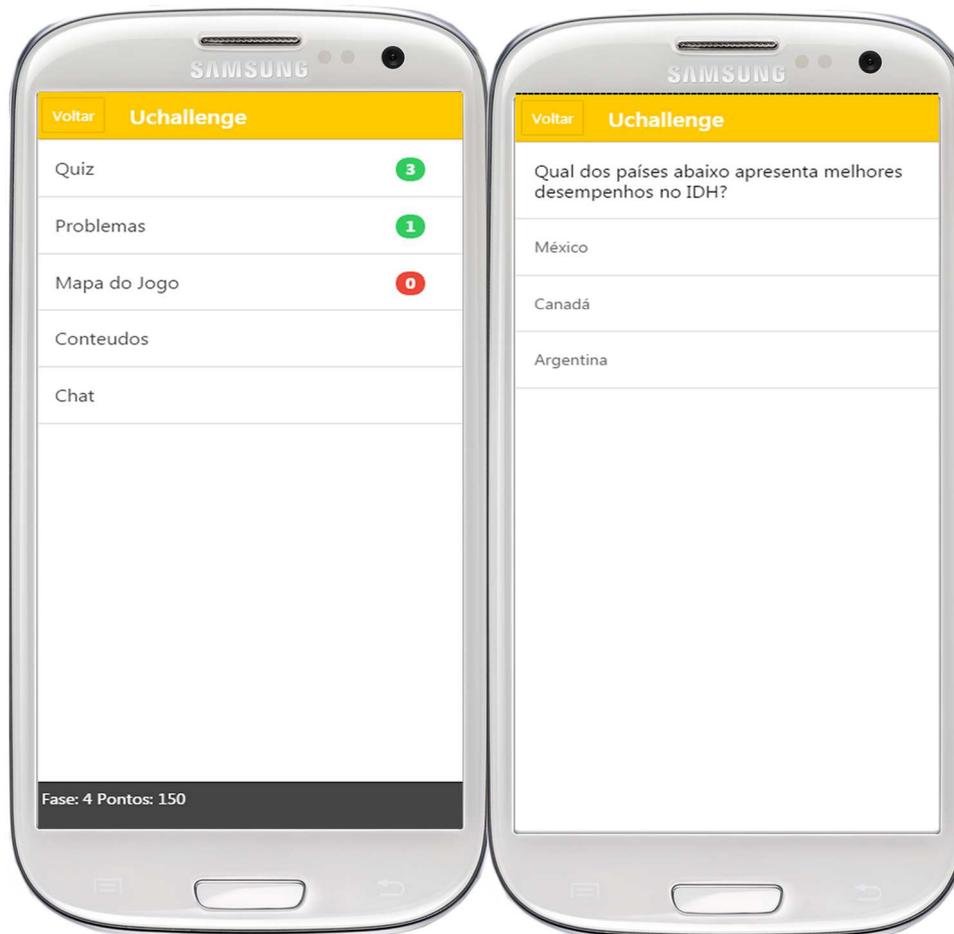
Figura 20: Telas iniciais da aplicação do aluno



Fonte: Elaborada pelo autor

Após a escolha do jogo, o usuário tem acesso as ações disponíveis (Figura 21), um contador indica o número de cada ação realizada. Quando o número de ações necessárias para avançar de fase é atingido, o contador fica verde e um *pop-up* sugere que ele realize outros tipos de ação, tais como problemas ou desafios de ambiente, que são encontrados no mapa do jogo. Os conteúdos e chat podem ser acessados a qualquer instante para pesquisa e contato com outros jogadores respectivamente.

Figura 21: Tela de ações



Fonte: Elaborada pelo autor.

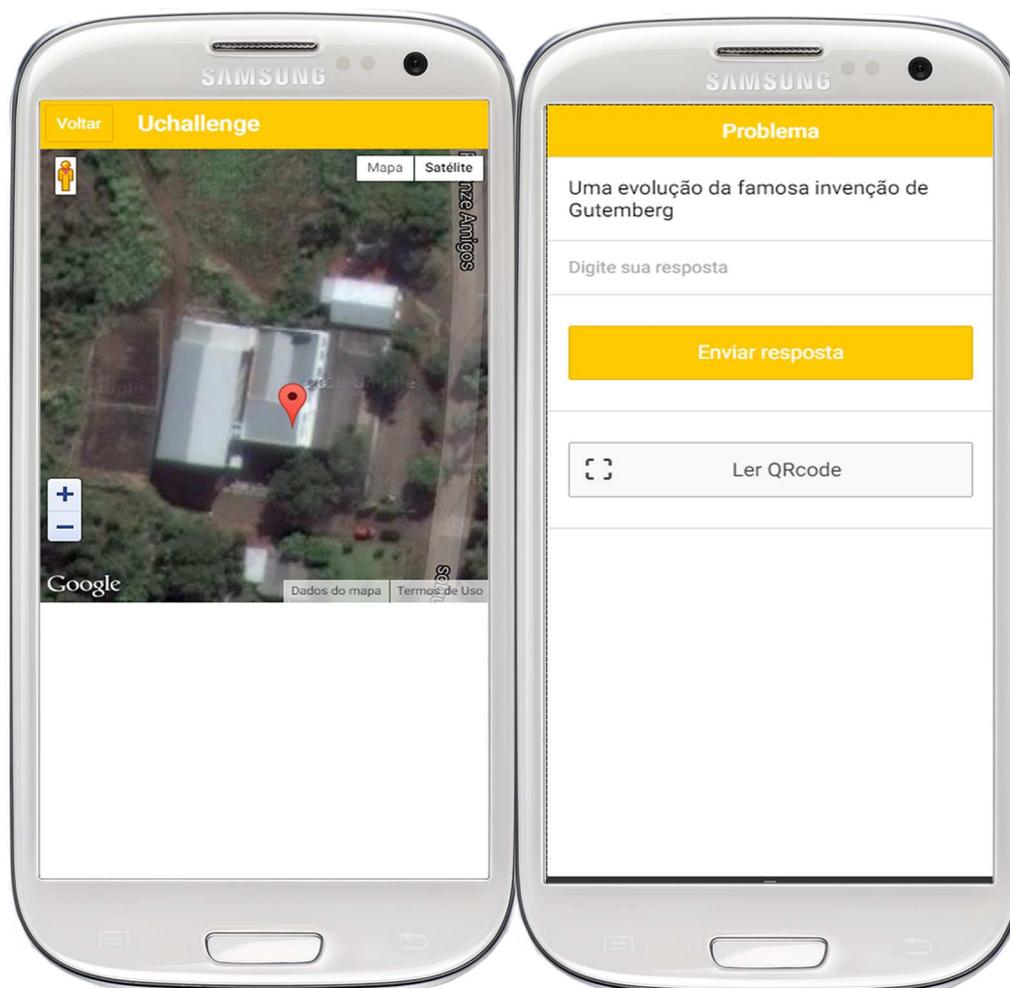
São apresentadas ainda na tela de ações (Figura 21), a fase do jogo e a pontuação parcial do jogo. Ao selecionar uma ação como quiz, são apresentadas opções cadastradas pelo professor. Ao escolher a resposta correta, outro quiz é oferecido ao jogador; caso erre, um *popup* informa o erro e faz um sorteio de uma nova pergunta.

Já o menu problemas, quando acessado, apresenta todos os problemas encontrados para a fase do jogo, podendo o jogador escolher qual deles irá responder. Os problemas não pontuam automaticamente, sendo enviado para a base com o status A (Aguardando), somente quando o professor, no painel de controle, alterar o status para C (Certo); a pontuação é computada no escore total.

O menu Mapa do jogo, apresenta o cenário cadastrado pelo professor (Figura 22), bem como os desafios de ambiente para cada fase do jogo. O professor pode cadastrar mais de um desafio por fase, deixando o jogador livre para explorar os recursos mapeados e escolher quais resolver. Ao acessar o marcador no mapa, é apresentado o desafio, no entanto, o jogador terá

que se deslocar até o ponto marcado, para capturar dicas ou o próprio desafio. Uma opção de leitura de QR Code é disponibilizada na tela para captura e leitura das informações.

Figura 22: Mapa do jogo



Fonte: Elaborada pelo autor

5.2.4 Ambiente de experimentação

O ambiente utilizado inicialmente para testes do modelo professor foi um computador local, utilizando o apache versão 2.2.22 como servidor web, Mysql 5.5.24 como banco de dados e php 5.4.3, posteriormente foi registrado o domínio uchallenge.com.br e migrado o banco e demais informações para um servidor web.

A aplicação mobile, também foi desenvolvida localmente, além do framework ionic, foi utilizado apacheant e Android SDK para gerar o *build* da aplicação.

Num primeiro momento, foi gerada apenas a *versão* para android para testes do protótipo, no entanto, a codificação do sistema permite gerar a aplicação também para IOS,

fazendo pequenos ajustes de compilação. Posteriormente, foi registrado o domínio `uchallenge.com.br` que foi hospedado em um servidor Linux, com apache e Mysql.

5.3 Limitações do protótipo

Durante o desenvolvimento do protótipo, algumas funcionalidades previstas no modelo, não foram finalizadas. O protótipo permite ao professor adaptar o cenário, criar e fazer uso dos recursos já existentes como problemas, desafios e subproblemas, no entanto, precisa de melhorias para otimizar o reuso desses recursos. O modelo previa o uso de sensores como QRCode e RFID, mas, nessa primeira versão, a geração e leitura de sensores só é possível com QRCode.

O aluno recebe os desafios, conforme os objetivos pedagógicos definidos pelo professor em cada etapa do jogo, de acordo com Taxonomia de Bloom prevista no modelo, entretanto, não foi realizada a integração da ontologia proposta no modelo, assim como a troca de mensagens entre jogadores.

As informações da partida de cada aluno, estão sendo armazenadas, assim como os seus resultados, porém os caminhos percorridos pelo aluno não estão sendo tratados como previstos. Outras melhorias que devem ser realizadas no protótipo tem a ver com a interface, a fim de deixá-la mais atrativa como prevista no modelo.

6 AVALIAÇÃO

Para avaliação do protótipo, através do cenário proposto foi importante a utilização de procedimentos e métodos de pesquisa que possibilitassem abordagens técnicas e processos científicos, a fim de comprovar de maneira sistemática os resultados da utilização do UCHALLENGE para criação de jogos ubíquos, baseado em problemas em diferentes áreas de aprendizagem e a motivação proporcionada aos jogadores.

Para isso, foram coletadas evidências que permitissem analisar e comprovar a hipótese de pesquisa:

- O uso do modelo UCHALLENGE favorece a criação e uso de jogos sérios para aprendizagem baseada em problemas em diferentes áreas de aprendizagem;
- O uso de jogos criados a partir do UCHALLENGE, proporcionam motivação durante o jogo;

Dessa forma, esse capítulo será dividido para apresentar a metodologia de avaliação do modelo pelo professor e pelo aluno, bem como os resultados obtidos.

6.1 Metodologia

O procedimento de avaliação do modelo é composto de duas etapas. A primeira consiste na avaliação com professores de diferentes áreas de aprendizagem, com a finalidade de verificar a compreensão e percepção em relação aos benefícios e facilidade de uso na criação dos jogos, bem como a viabilidade em diferentes áreas. A segunda consiste na avaliação com alunos, a fim de mensurar o nível de motivação durante o jogo, o que reflete o contexto educacional, através do engajamento em continuar jogando, dessa forma, interagindo com os temas propostos pelo jogo.

6.1.1 Avaliação do modelo pelo professor

Com a crescente evolução das tecnologias da informação e comunicação, surgiram diferentes softwares educativos com a intenção de auxiliar na aprendizagem, no entanto, a escolha e a utilização desses softwares dependem da aceitação do professor para essa tecnologia. Essa aceitação se dá pela utilidade e facilidade de uso da ferramenta, além de outras variáveis externas, como experiências anteriores e objetivos pedagógicos.

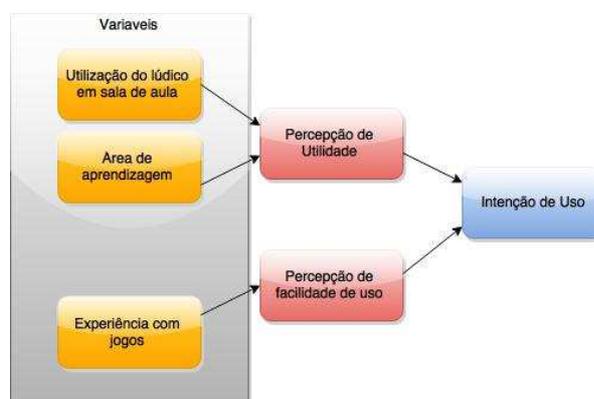
Segundo Davis (1989), podemos considerar a percepção de utilidade, como a probabilidade subjetiva de um usuário em potencial utilizar um sistema ou aplicação específica, avaliando um aumento de desempenho no trabalho dentro de um contexto organizacional. Já a percepção de facilidade de uso, refere-se ao grau de facilidade que o usuário espera do sistema.

O *Technology Acceptance Model* (TAM), ou adaptações do mesmo, tem sido utilizado para avaliar a aceitação em diferentes modelos de softwares com objetivos educacionais (PARK et al., 2012) e (PERSICO et al., 2014). Estudos como os de PRIETO et al. (2014), apontam ainda que o modelo pode ser adaptado a contextos específicos para identificar a aceitação de tecnologias por professores.

A metodologia de avaliação proposta para o UCHALLENGE usou além do modelo TAM adaptado, variáveis sugeridas no modelo de PRIETO et al. (2014), como experiência anterior, diversão e condições facilitadoras. Para isso, foram avaliados professores em diferentes áreas do conhecimento na construção de um jogo ubíquo baseado em problemas, e adaptados a contextos disponíveis pelo professor. A avaliação se deu a partir de um conjunto de questões respondidas após a simulação de uso do modelo, e medidas, através de respostas usando uma adaptação de escala Likert¹³, com intervalo de 1 a 5 variando entre “não concordo totalmente “ e “concordo totalmente”.

Para melhor entendimento da avaliação, foram definidos três *Constructors*, um para identificar as variáveis externas que pudessem afetar os resultados em relação à percepção de utilidade e de facilidade de uso, conforme Figura 23. Os outros dois referem-se à percepção de utilidade e facilidade de uso respectivamente.

Figura 23: Modelo de construtores TAM



Fonte: Adaptada modelo de Park et al. (2012)

¹³ Escala de resposta utilizada em questionários definida por Rensis Likert em 1932.

A seleção dos itens para o questionário considerou, então, variáveis externas de experiências (VE) do professor com o lúdico e área de aprendizagem do professor, para analisar dois aspectos: percepção de utilidade (PU) e percepção de facilidade de uso do modelo (PFU). O primeiro é constituído pela percepção das características do UCHALLENGE e seus recursos, e o segundo pela facilidade de uso encontrada no modelo. A Tabela 6, baseada em Wallace e Sheetz (2014), resume esses itens.

Tabela 6: Propriedades utilizadas para avaliar o Uchallenge

Constructor	Definição
Variáveis externas de experiências (VE)	Grau de experiência em jogos e utilização de elementos lúdicos na aprendizagem e áreas de conhecimento.
Percepção de utilidade (PU)	Grau de percepção que o UCHALLENGE pode ajudar, e ser útil para aprendizagem.
Percepção de facilidade de uso (PFU)	Grau de facilidade encontrada no uso do UCHALLENGE.

Fonte: Adaptado de Wallace e Sheetz (2014)

Os resultados obtidos na pesquisa permitiram avaliar as seguintes hipóteses:

- H0: Hipótese nula a mediana esperada é $\mu_0 \leq 3$
- H1: Hipótese alternativa a mediana é $\mu_1 > 3$
- H2: As variáveis externas de experiência (VE) influenciam na decisão de uso do modelo;
- H3: A percepção de facilidade de uso (PFU) tem impacto na percepção de utilidade (PU);
- H4: O modelo UCHALLENGE pode ser adotado por diferentes áreas de aprendizagem.

O detalhamento do questionário por *constructor*, e seus respectivos objetivos são apresentadas nas Tabelas 7, 8 e 9.

Tabela 7: Perfil do professor

Variáveis (VE)	
VE1	Área de atuação/disciplina.
VE2	Costuma utilizar elementos lúdicos em suas aulas?
VE3	Utiliza tecnologias como ferramentas de apoio?
VE4	Usa algum tipo de jogo para sua diversão frequentemente?

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 8: Percepção sobre a utilidade do modelo

Percepção de utilidade (PU)	
PU1	Sua área de conhecimento permite integração entre teoria e prática.
PU2	Jogos educativos podem motivar a aprendizagem em sua área de conhecimento.
PU3	O modelo UCHALLENGE permite explorar ambientes reais da aprendizagem.
PU4	O modelo UCHALLENGE facilita o desenvolvimento de autonomia do aluno.
PU5	Eu usaria jogos criados no UCHALLENGE com meus alunos.

Fonte: Elaborada pelo autor

Tabela 9: Percepção de facilidade de uso do modelo

Percepção de facilidade de uso (PFU)	
PFU1	A interface do UCHALLENGE é de fácil compreensão.
PFU2	As informações sobre a criação do jogo e recursos disponíveis são apresentadas de forma clara e objetiva.
PFU3	A criação das ações como perguntas, desafios e quiz são de fácil entendimento.
PFU4	A definição do mapa do cenário e associação de eventos a esse cenário é de fácil compreensão.
PFU5	Tive facilidade em todas as etapas de criação do jogo.

Fonte: Elaborada pelo autor

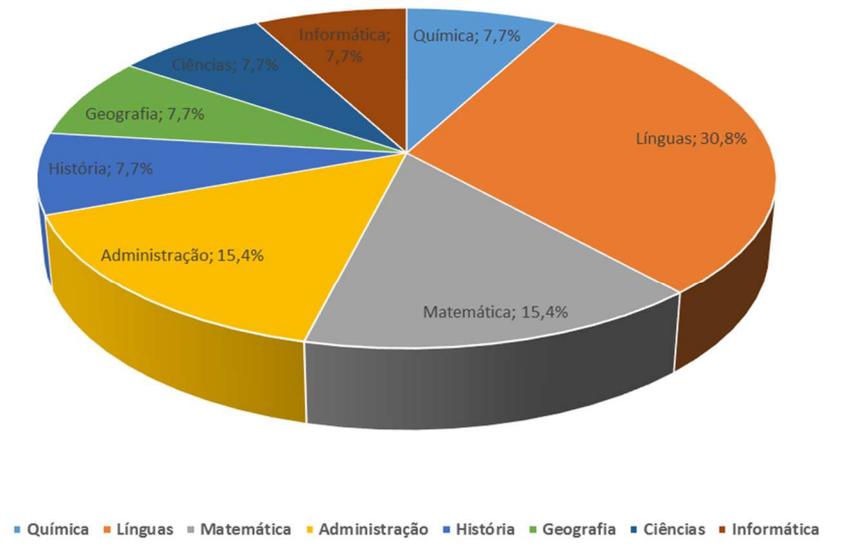
6.1.2 Resultados do modelo professor

O foco de estudo foram docentes de áreas de uma escola pública do Ensino Fundamental de Dois Irmãos, Rio Grande do Sul e de uma escola da Rede Privada de nível Médio e Técnico da cidade de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul. A população total de professores de áreas dessas escolas são de aproximadamente 30 professores, destes 13 se disponibilizaram a participar da pesquisa.

A amostra considerou variáveis como: área de atuação, nível de experiência com jogos em sala de aula e para lazer, bem como a percepção da importância de vivências práticas para aprendizagem. A pesquisa foi realizada individualmente com os professores, em que, num primeiro momento, foi apresentado o UCHALLENGE, seus objetivos, etapas para construção de um jogo, baseado em problemas e níveis de complexidade do jogo. Após apresentação inicial, o professor foi convidado a fazer uso do modelo e construir uma seção de jogo, que implica a definição do tema, nome e cenário onde o jogo será ambientado, problemas, desafios, quiz e conteúdos que serão propostos para o aluno, além de definir pontos de interação para os desafios e gerar sensores QR Code para o ambiente. Após o uso do UCHALLENGE, o professor foi convidado a responder o questionário para coleta de dados.

Os resultados obtidos na análise de variáveis externas, permitiram identificar o perfil do professor quanto a sua área de atuação e tendência ao uso de jogos e tecnologias. Dessa forma, os resultados obtidos distinguem um número de oito áreas contempladas na avaliação, conforme Figura 24. Dessas 30,8% são de línguas: Português, Alemão e Inglês; 15,4% Matemática e Administração; 7,7% Química, História, Geografia, Ciências e Informática.

Figura 24: Área de avaliação/disciplina



Fonte: Elaborada pelo autor

Os resultados apontam também que 54% dos professores utilizam o lúdico como forma de apoio em sala de aula frequentemente; 38% às vezes, e somente 8% afirmam não utilizar esse tipo de recurso, conforme Figura 25. Podemos verificar ainda que 85% utilizam a tecnologia frequentemente e 15%, às vezes. Quanto ao uso de jogos para diversão pessoal 31% dizem não fazer uso desse tipo de entretenimento, enquanto que 69% dizem fazer uso de jogos.

Figura 25: Resultados perfil do professor



Fonte: Elaborada pelo autor

Essas informações iniciais do perfil do professor indicam que a maioria dos professores independente da área de atuação, faz uso de jogos e tecnologias em suas práticas em sala de aula, e mais de 65% deles gostam e fazem uso de jogos no dia a dia.

Quanto á percepção de utilidade do modelo utilizado, levou-se em consideração para análise, a integração entre teoria e prática de cada área de avaliação e as possibilidades de uso de um jogo que permitisse essa integração, além de explorar ambientes reais e a perspectiva de que o jogo possa motivar e estimular a autonomia do aluno.

Em uma análise descritiva do primeiro *constructor*, podemos verificar a percepção de utilidade do modelo, através da Tabela 10. Para melhor descrição dos resultados os itens 1 - discordo totalmente e 2 – discordo, foram unidos, assim como os itens 4 - concordo e 5 - concordo totalmente, enquanto que o item 3 foi considerado neutro.

Tabela 10: Resultados *Constructor* Percepção de Utilidade

	RM	Mediana	Não concordo (1-2)	Neutro (3)	Concordo (4-5)
PU1	4,31	4	0 – 0%	2 - 15%	11 - 85%
PU2	4,92	5	0 – 0%	0 – 0%	13 -100%
PU3	4,92	5	0 – 0%	0 – 0%	13-100%
PU4	4,77	5	0 – 0%	0 – 0%	13-100%
PU5	5	5	0 – 0%	0 – 0%	13-100%

Fonte: Elaborada pelo autor

Na análise da Tabela 10, são apresentados o Ranking Médio (RM) e a mediana. O Ranking Médio é calculado pela média ponderada (MP) dividido pelo nº de respostas (NR), $RM = MP/NR$, dessa forma quanto mais próximo de 5 o RM estiver, maior será o nível de satisfação dos respondentes e quanto mais próximo de 1 menor a satisfação.

A análise individual dos valores de Ranking Médio, Mediana e da porcentagem das variáveis do *constructor* de percepção de utilidade apontam resultados significativos. A maioria dos respondentes conseguem relacionar em sua área de atuação teoria e prática (PU1 85%), e percebem os jogos educativos como uma ferramenta capaz de motivar a aprendizagem nessas áreas (PU2 100%).

Ainda, se pode considerar que o modelo proposto, permite explorar ambientes de aprendizagem reais (PU3 100%), e que possa contribuir para o desenvolvimento de autonomia do aluno (PU4 100%). A soma desses resultados podem ser percebida na variável PU5, onde 100% dos respondentes indicam que usaria o UCHALLENGE com seus alunos.

O mesmo processo de análise foi realizado no *constructor* percepção de facilidade de uso, os resultados podem ser vistos na Tabela 11.

Tabela 11: Resultados *Constructor* Percepção de Facilidade de Uso

	RM	Mediana	Não concordo (1-2)	Neutro (3)	Concordo (4-5)
PFU1	4,46	4	0 – 0%	0 – 0%	13-100%
PFU2	4,36	5	0 – 0%	1 - 8%	12 - 92%
PFU3	4,62	5	0 – 0%	2 - 15%	11 - 85%
PFU4	4,77	5	0 – 0%	0 – 0%	13-100%
PFU5	4,15	4	0 – 0%	3 – 23%	10-77%

Fonte: Elaborado pelo autor.

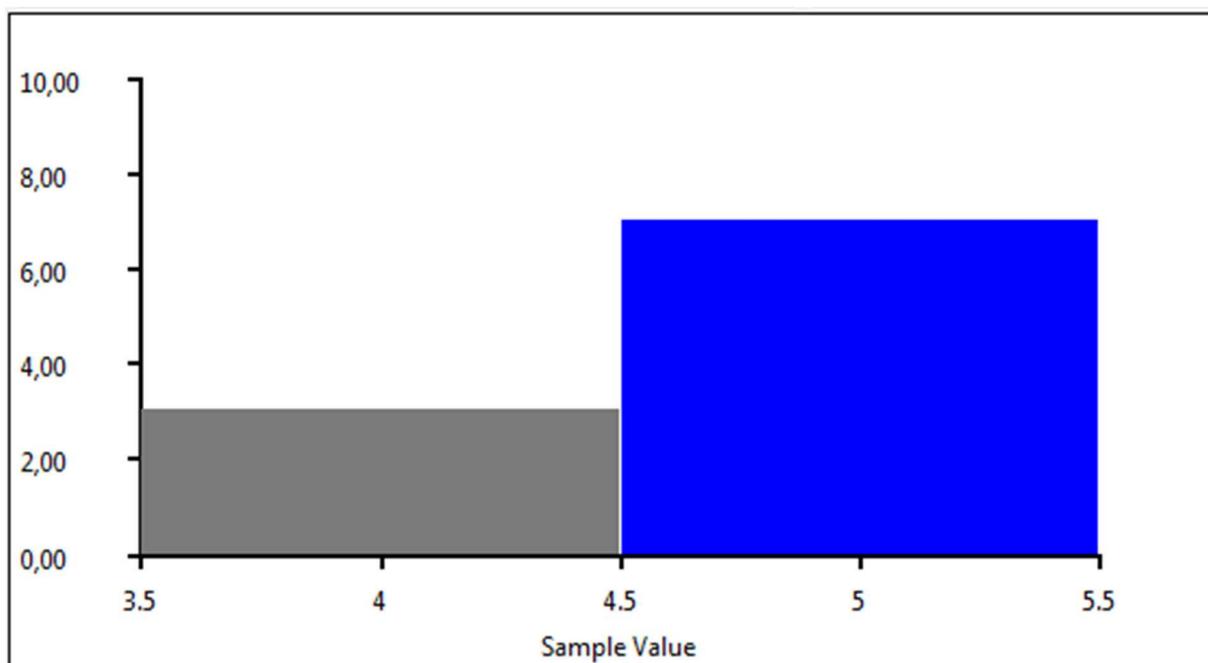
Nesse *constructor* podemos perceber que 100% dos respondentes consideram a interface de fácil compreensão (PFU1), que as informações para criação do jogo são claras (PFU2 92%), que a criação de ações é de fácil entendimento (PFU3 85%), e que a definição de mapas e associação a eventos é de fácil compreensão (PFU 100%). No entanto, apesar dos resultados das demais variáveis serem bons, 23% dos professores consideraram algum tipo de dificuldade em relação as etapas de criação do jogos.

Esse fato pode ter sido influenciado pela quantidade de informações necessárias para criação dos problemas, quiz e desafios, depoimentos coletados durante a pesquisa, sugerem a criação de *pop-ups*, orientando a criação do jogo e simplificação das etapas.

A análise estatística dos resultados considerou, num primeiro momento, que os dados fizessem parte de uma distribuição normal, para isso foi realizado a plotagem dos dados, usando

o software Statdisk¹⁴, em que foi analisado o histograma, conforme Figura 26. Pressupõe-se, conforme Breakwell et al. (2010, p.398), que o gráfico de uma distribuição normal tenha “a clássica curva em forma de sino”, no entanto, o que pode ser visto no gráfico apresentado, indica que os resultados não fazem parte de uma distribuição normal. Logo, podemos considerar que os dados não são paramétricos e que, portanto, precisam ser analisados como tais.

Figura 26: Histograma dos resultados Statdisk



Fonte: Elaborada pelo autor

Uma análise não paramétrica foi realizada com os dados coletados, a fim de identificar através de um teste de hipótese da mediana se alguma das variáveis dos *constructors* apresentam diferenças significativas que possam afetar a intenção de uso.

Dessa forma, pretendeu-se testar a hipótese nula “ $H_0: \mu = \mu_0$ ”, e uma hipótese alternativa unilateral positiva. Suponha-se que a alternativa seja, “ $H_1: \mu > \mu_0$ ”. Para esse teste foi utilizado o teste de Wilcoxon sugerido por Dias et al.(2011), considerando que a mediana esperada de uma escala Likert de 1 a 5, seja igual a $\mu_0 = 3$, onde abaixo desse ponto há indicação de discordância em relação às variáveis em análise e acima de 3, “ $\mu > 3$ ”, há indicação de concordância (DIAS et.al, 2011).

¹⁴ <http://www.statdisk.org/>

Os dados apresentados na Tabela 12 foram gerados, a partir do software Action¹⁵, para o cálculo, a fórmula considera os valores diferentes da amostra, dessa forma, ordena-se as diferenças em valores absolutos da menor para a maior diferença, e atribui-se os postos 1, 2, até n amostras, da soma dos postos, obtém-se o valor de V.

Tabela 12: Resultados do teste Wilcoxon

Variáveis	Mediana Esperada (μ_0) = 3	Soma dos postos (V)	Mediana Obtida	P-Valor
PU1	3	66	4,5	0,001481855
PU2	3	91	5	0,000268549
PU3	3	91	5	0,000268549
PU4	3	91	4,99	0,000448751
PU5	3	91	5	0,000268549
PFU1	3	91	4,49	0,000606026
PFU2	3	78	4,5	0,000927423
PFU3	3	66	5	0,000792802
PFU4	3	91	4,99	0,000448751
PU5	3	55	4,5	0,002353067

Fonte: Elaborada pelo autor.

A análise dos resultados adotou um nível de significância de $\alpha = 5\%$ para todos os testes, ou seja, $H_0: \mu \leq 3$ e $H_1: \mu > 3$, os resumos da Tabela 12 apontam um P-Valor abaixo de 0,05 para todas as variáveis em análise, dessa forma, podemos interpretar que há fortes evidências para rejeitar a hipótese nula H_0 e aceitar a hipótese alternativa H_1 .

Ao analisarmos os dados coletados podemos considerar as demais hipóteses de pesquisa do modelo professor, em que H_2 se propunha, avaliar se as áreas de atuação e experiências anteriores influenciavam no uso do modelo, tal afirmação não pode ser totalmente confirmada, pois mesmo entre os respondentes que afirmaram não ter experiências com jogos e tecnologias houve aceitação do modelo. No entanto, o resultado pode ser considerado relevante uma vez que a relação e a possibilidade de integração entre teoria e prática pode ter afetado positivamente as repostas e conseqüentemente a intenção de uso do modelo.

Quanto a hipótese H_3 de verificar se a percepção de facilidade de uso, tem impacto na percepção de utilidade, os resultados apontam fortes indícios de que seja verdadeira, uma vez

¹⁵ <http://www.portalaction.com.br/>

que os resultados obtidos na mediana desses itens apontam valores de mediana de 4,5 quando o indicado como aceitável, seria em torno de 4,0. Dessa forma, os resultados de H2 e H3 colaboram com a aceitação da hipótese H4 de que o modelo permite o uso em diferentes áreas de aprendizagem.

No entanto, a avaliação não cobre todas as áreas de aprendizagem, logo, podemos considerar que o UCHALLENGE permite o uso em diferentes áreas de atuação, desde que tal área, possibilite a integração com ambientes e cenários reais.

Com a crescente evolução tecnológica, vários jogos educacionais foram criados a fim de auxiliar professores e alunos no processo de aprendizagem. No entanto, (SAVI 2011) a maioria dos jogos não descrevem claramente os objetivos de aprendizagem e contexto de uso educacional, que são informações essenciais para um professor decidir a adotar um jogo como material instrucional.

Nesse sentido, podemos perceber pelas avaliações, que o UCHALLENGE pode auxiliar nesse processo, uma vez que o professor pode definir seus objetivos pedagógicos e decidir quais aspectos educacionais quer dar maior ou menor ênfase, sem, no entanto, limitar as opções dos alunos.

Dessa forma, o modelo apresentado sugere boas possibilidades de uso pelo professor, em diferentes áreas de atuação, e sobretudo que o professor tem liberdade e autonomia para adaptar o jogo à sua realidade e à de seus alunos.

6.1.3 Avaliação do modelo pelo aluno

O uso de jogos e softwares educacionais tem aumentado significativamente nos últimos anos, seja pela evolução tecnológica, cada vez mais presente no nosso dia a dia ou, pelo novo perfil de aluno, cada vez mais conectado ao mundo e, às vezes, desconectado da sala de aula. Fato é que soluções pedagógicas baseadas em tecnologia, proporcionam novas possibilidades de interação com a informação, no entanto, como essas ferramentas são usadas e em que contextos é o que vai definir a qualidade dessas interações.

Não existe um consenso ao avaliar essas tecnologias. Autores como Gladcheff et al. (2001) propõem uma metodologia, baseada em aspectos pedagógicos, tais como objetivo, usabilidade e praticidade, ou ainda aspectos específicos como: objetivo educacional; conteúdo e desafios. Savi (2011) propõe um modelo baseado na motivação dos alunos, experiência de uso e aprendizagem.

No entanto, o modelo proposto apresenta ainda um ambiente ubíquo, cuja natureza se integra ao ambiente real com interação através de sensores, produzindo dados personalizados para os usuários. Segundo Connelly et al., (2008) podemos considerar para avaliação desse tipo de tecnologia aspectos da interação como desempenho e impacto proporcionados pelo ambiente. Nesse caso, uma avaliação qualitativa pode ser a mais indicada para uma análise do ambiente e a integração proposta pelo sistema, além da motivação gerada pelo jogo.

Os estímulos provocados pelo jogo podem produzir emoções e divertimento, o que aumentam as possibilidades de aprendizagem, uma vez que essas emoções produzem motivação que está estreitamente ligada a repetir sensações ou situações prazerosas.

Cosenza e Guerra (2011) abordam, ainda que a motivação pode nos levar a querer repetir ações que foram capazes de obter recompensa no passado ou a procurar situações similares, que tenham chance de proporcionar uma satisfação desejada no futuro. Afirmam ainda que a motivação é muito importante para a aprendizagem, devido a liberação de dopamina estar associada ao sistema de recompensa.

Dessa forma, é importante avaliar o grau de motivação gerado no aluno durante o jogo. Para isso, Keller (2009) sugere o uso do ARCS (Attention, Relevance, Confidence, and Satisfaction), que prevê quatro categorias importantes para motivação do aluno para aprendizagem (atenção, relevância, confiança e satisfação).

A atenção tem como objetivo ganhar o interesse dos alunos e mantê-lo durante a realização do jogo. A relevância indica se o estudante percebe que o jogo é uma necessidade. A confiança mostra se o aluno espera ter sucesso, e a satisfação envolve as possíveis recompensas que ele espera ao realizar a atividade.

Levando em conta, as diferentes possibilidades de avaliação de jogos educativos foram definidos como base para a utilização do UCHALLENGE, uma adaptação do modelo de Savi (2011), que possibilita a análise da motivação baseando no modelo ARCS e Connelly et al., (2008) que prevê a análise de integração do aluno com o ambiente.

Para isso, foram definidas para análise através de uma escala Likert de 1 a 5, as seguintes variáveis, conforme descritas na Tabela 13.

Tabela 13: Variáveis da avaliação do aluno

Atenção	
A1	A interface do jogo é atraente.
A2	Os problemas e desafios propostos capturaram minha atenção.
A3	A variação de atividades (Quiz, Problemas e Desafios) ajudaram a me manter atento ao jogo.
Relevância	
R1	O conteúdo do jogo é relevante aos meus interesses na disciplina.
R2	O funcionamento e o ambiente do jogo estão adequados ao meu jeito de aprender.
R3	O conteúdo do jogo faz relação com conhecimentos que eu já possuía
Confiança	
C1	O jogo é fácil de entender e utilizar.
C2	Ao passar as etapas do jogo senti confiança de que estava aprendendo.
Satisfação	
S1	Estou satisfeito pois tive oportunidade de praticar o que estava aprendendo.
S2	É por meu esforço pessoal que consigo avançar no jogo.
Integração com ambiente	
I1	O jogo promove momentos de cooperação e/ou competição entre as pessoas que participam.
I2	Os elementos reais do jogo (sensores, contextos e práticas) foram importantes para evolução e conclusão do jogo.
I3	Diverti-me com o jogo e não vi o tempo passar.

Fonte: Elaborada pelo autor

6.1.4 Resultados modelo aluno

Para avaliação do modelo UCHALLENGE com o aluno, foi construído um jogo chamado Redescobrimo a América, esse jogo foi criado por um professor de Geografia de uma escola pública do município de Dois Irmãos, situado no Rio Grande do Sul. O jogo teve como cenário os ambientes da própria escola.

O professor criou para esse jogo cinco níveis de dificuldades, contemplando os requisitos de objetivos educacionais definidos no UCHALLENGE pela Taxonomia de Bloom. As ações do jogo alternavam problemas de Geografia sobre o continente americano, esse conteúdo faz parte da grade curricular do 8º ano do ensino fundamental.

Como o professor havia participado anteriormente da avaliação do modelo, já conhecia as etapas necessárias para popular o jogo, dessa forma ele criou cinco níveis de dificuldades para as ações que seriam realizadas com os alunos.

O processo de criação dos problemas foi desenvolvido previamente pelo professor, assim como os tipos de ações em cada etapa do jogo. Durante o processo de cadastramento das atividades houve acompanhamento para auxílio ao professor, no entanto não houve necessidade

de intervenção, somente para a geração e impressão dos sensores e disposição no ambiente, conforme figura 27.

Figura 27: Colocação dos sensores no ambiente do jogo



Fonte: Elaborada pelo autor

A população da turma que participou do jogo era composta de 22 alunos, que inicialmente foram cadastrados no sistema e realizaram teste de acesso. A aplicação foi instalada em oito dispositivos móveis com sistema operacional Android de propriedade dos próprios alunos.

A rede wireless da escola foi ampliada para cobrir todo o cenário do jogo definido pelo professor. Um teste preliminar indicou que a velocidade de banda larga da escola era muita baixa e que o acesso de oito conexões simultâneas ocasionava erros intermitentes de conexão. Para resolver esse problema, os alunos foram divididos em grupos menores, utilizando apenas dois dispositivos simultaneamente.

O professor avaliou o processo de cadastramento do jogo fácil, no entanto salientou que a criação dos problemas e materiais necessários demandou muito tempo de planejamento, mas considerou o fato de ainda não haver um banco com problemas já cadastrado, o que segundo ele permitiria o reuso desse material facilitando a criação de novos jogos.

Os alunos fizeram uso do dispositivo em duplas para jogar, onde se revezavam no uso do aparelho em pelo menos uma das etapas do jogo conforme figura 28. Após o uso do jogo, nem todas as duplas conseguiram completar todas as cinco etapas, em função do tempo definido para cada grupo que era de cinquenta minutos. Em seguida, os alunos foram convidados a responder o questionário de avaliação do jogo.

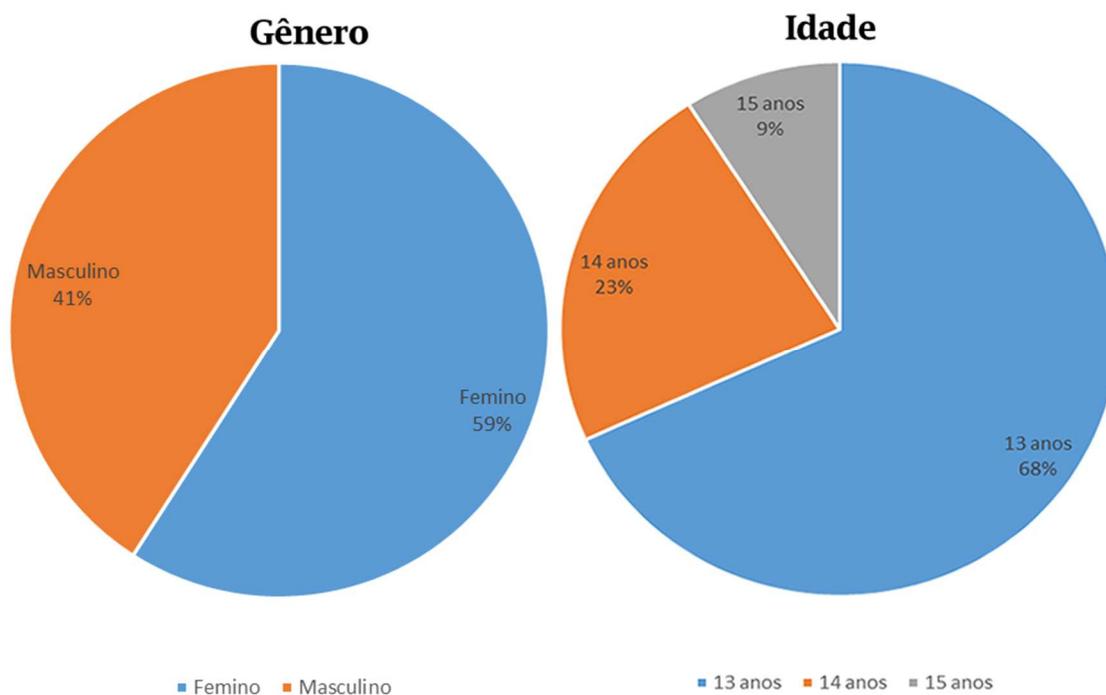
Figura 28: Registro de andamento do jogo



Fonte: Elaborada pelo autor

O grupo que participou da avaliação era composto de 13 meninas e 9 meninos, com idades entre 13 e 15 anos como pode ser visto na Figura 29.

Figura 29: Perfil dos alunos



Fonte: Elaborada pelo autor

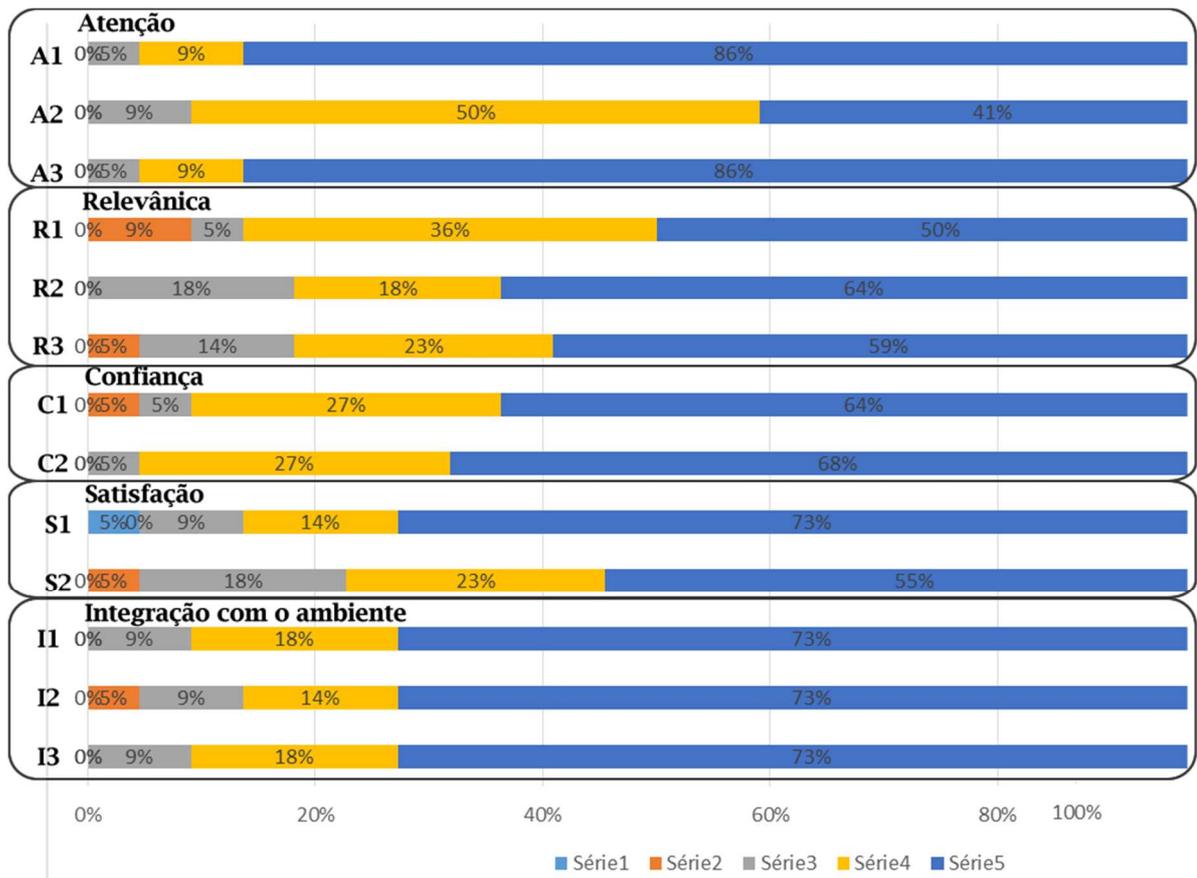
Uma análise inicial dos dados, conforme Figura 30, permite-nos verificar a frequência das respostas obtidas em cada uma das variáveis a partir da escala Likert de 1 a 5. Esse tipo de análise, segundo Savi (2011, p.137), permite identificar os principais pontos positivos e

negativos em cada item, identificando aspectos que podem ser melhorados, além de indicarem a homogeneidade ou heterogeneidade das respostas.

Podemos perceber, dessa forma, que em praticamente todos os itens avaliados a soma dos itens 4 – concordo, e 5 - concordo totalmente supera os 80% de concordância. Dos itens do modelo ARCS, o que apresentou menor avaliação de concordância, foi item relevância em que os alunos avaliaram a relação do jogo com a disciplina. Dessa forma, os itens 2 – não concordo e item 3 de neutralidade tiveram uma variação de 14% a 19%.

Colaborando com os dados de frequência, foram analisadas médias e medianas de todos os itens, pode se constatar que os níveis críticos dessas valores ficaram entre 4,27 a 4,81 para média e 4 a 5 para mediana.

Figura 30: Frequência de respostas da avaliação de alunos



Fonte: Elaborada pelo autor com base em Savi (2011).

A análise descritiva dos dados nos apresenta um cenário positivo para o uso dos jogos, considerando a motivação, a partir dos elementos do modelo ARCS, além disso, os itens que avaliaram a integração do jogo com o ambiente e sensores, obtiveram aprovação superior a 90%.

Com base nos resultados obtidos com a experimentação realizadas pelos alunos, em relação à motivação gerada pelo uso do jogo e a percepção de integração do ambiente, observou-se boa aceitação do modelo, considerando, dessa forma, que os resultados são encorajadores e que poderiam ser ampliados para uma amostragem mais significativa, em outros ambientes e áreas de avaliação.

Durante os testes realizados, pode-se perceber, na maioria do alunos, grande interesse no uso do jogo, o tema trabalhado fez relações com conteúdos já vistos anteriormente pelos alunos, o que possibilitou certa facilidade na apresentação das respostas e troca de informações.

As implicações da motivação e uso da tecnologia na aprendizagem precisam ser melhor exploradas, no entanto os resultados obtidos na avaliação são bons indicadores do interesse crescentes na mobilidade, qualidade e personalização de ambientes de aprendizagem. Fato é que a possibilidade de ampliação e interação com o objeto de estudo e o ambiente, pode oferecer novo caminhos e oportunidades de aprendizagem.

Dessa forma podemos destacar como importantes contribuições a possibilidade de criação de jogos ubíquos pelos professores onde o cenário real possa favorecer práticas significativas aos alunos, além de permitir ao professor maior autonomia na criação e adaptação de conteúdos para jogos.

Podemos salientar também a possibilidade de utilização do UCHALLENGE para diferentes áreas de aprendizagem, a partir de uma metodologia baseada em problemas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mercado de jogos está em constante crescimento, conforme relatório sobre o mapeamento da Indústria Brasileira e Global de Jogos Digitais realizado em 2014 pelo Banco Nacional de Desenvolvimento¹⁶. Essa cultura de uso de jogos afeta a sociedade como um todo, provocando impactos nas áreas de entretenimento, educação e economia.

Segundo Santaella (2013, p. 220) os jogos possuem uma interdisciplinaridade evidente tendo atraído para seu estudo “áreas de conhecimento como filosofia, a semiótica, a psicologia, a antropologia, as ciências da computação, a engenharia elétrica, as ciências cognitivas[...]” entre outras, possibilitando, assim, novas pesquisas e correlações dos jogos e suas potencialidades.

Dessa forma, esse trabalho apresentou o UCHALLENGE, um modelo para construção de jogo sérios ubíquos focado em uma metodologia de aprendizagem baseada em problemas. Para isso, foram apresentados, nos capítulos anteriores, conceitos importantes para definição dessa proposta, tais como:

- Novas tecnologias suas possibilidades e impacto na educação e uso da informação;
- Jogos sérios, conceitos e características numa abordagem além da diversão para uso na aprendizagem;
- Jogos ubíquos, em foram retomadas características da computação ubíquas e as possibilidades surgidas a partir das novas tecnologias;
- Aprendizagem baseada em problemas, como mais, uma alternativa para auxiliar o aluno no desenvolvimento da sua autonomia e processos de aprendizagem.

A partir dos estudos realizados foi proposto o modelo e desenvolvido um protótipo para criação de jogos pelo professor em uma plataforma WEB, e a uma aplicação móvel para o jogo, na plataforma Android.

16

http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/seminario/seminario_mapeamento_industria_games042014_Relatorio_Final.pdf

A fim de justificar e avaliar o modelo, foram realizadas duas avaliações. Uma foi realizada como o professor, em que foi utilizada a metodologia TAM para avaliar a intenção de uso do UCHALLENGE. A segunda avaliação foi realizada com alunos, usando o modelo ARCS, para avaliar a motivação proporcionada pelo jogos aliada aos ambientes ubíquos, bem com a integração desses jogos ao mundo real.

Após uma análise descritiva e estatística dos resultados obtidos com o professor, pode se considerar que o UCHALLENGE obteve avaliações positivas e significativas, em relação à percepção de utilidade e percepção de uso, além dos professores destacarem que o modelo pode ser usado em sua disciplina ou área de atuação.

Em cada processo de integração tecnológica com a educação, o comprometimento do professor ocupa um lugar fundamental. Podemos considerar, a partir das avaliações, que o conhecimento e atitudes dos professores em relação às tecnologias, sejam elas móveis ou não, é um elemento fundamental para aceitação e uso do modelo. Mas o professor precisa estar disposto também a criar novas possibilidades que estimulem o aluno através de problemas e interações reais.

Os resultados da análise foram significativos, mas também a reação dos professores ao usar o modelo e vislumbrar novas possibilidades para o uso do mesmo. Assim, podemos considerar que o UCHALLENGE pode ser explorado em novas possibilidades de uso, de forma interdisciplinar e de apoio para diferentes práticas pedagógicas.

A aplicação desenvolvida para o jogo, foi testada com um grupo de 22 alunos de uma escola pública. Apesar das dificuldades encontradas na escola em função da infraestrutura de banda larga, os dados coletados na avaliação apontam grande interesse dos alunos pelo jogo, demonstrando motivação ao usar o aplicativo.

As avaliações, além dos resultados, apontam uma tendência de alunos conectados, ambientados e motivados com a tecnologia, mas que precisam também aprender de forma interativa e relevante. O uso da tecnologia por si só não produz conhecimento, mas apresenta possibilidade de interações voltadas para uma aprendizagem personalizada e autônoma. Dessa forma o modelo apresentado pode contribuir nesse processo.

7.1 Contribuições

A principal contribuição científica desse trabalho consiste na possibilidade de criação de jogos sérios ubíquos pelo professor, fazendo uso de ambientes reais, possibilitando ainda, ao professor, total autonomia na criação e definição de cenários e interações dos jogos.

A segunda contribuição consiste na utilização do modelo para diferentes áreas de aprendizagem, e a possibilidade de uso de uma metodologia baseada em problemas.

Esse estudo também resultou no artigo *A MODEL FOR UBIQUITOUS SERIOUS GAMES DEVELOPMENT FOCUSED ON PROBLEM BASED LEARNING* (Dorneles, Sandro Oliveira; Costa, Cristiano André; Rigo, Sandro José) aceito na 12th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2015), que descreve o modelo e arquitetura do UCHALLENGE.

7.2 Trabalhos futuros

Como sugestão de trabalhos futuros está a melhoria e a integração da ontologia com o protótipo, além da realização de avaliações com um número maior de alunos e professores, a fim de se identificar quais são áreas mais favorecidas pelo modelo.

Além disso, incorporar ao modelo, outros sensores de ambiente, possibilitando assim novas possibilidades de interação, bem como ampliar os estudos sobre essas interações no processo de aprendizagem.

Outros trabalhos podem ser realizados, a fim de melhorar o feedback aos alunos, além de ampliar e diagnosticar os resultados e trilhas percorridos durante os jogos.

Outra abordagem que pode ser melhor explorada são os ganhos reais de aprendizagem, proporcionado, pelo modelo.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, LORIN W.; KRATHWOHL, DAVID R.; BLOOM, BENJAMIN SAMUEL. **A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives**. Allyn & Bacon, 2001.
- BARBOSA, JORGE L. V.; HAHN, RODRIGO; BARBOSA, DÉBORA N. F.; SACCOL, AMAROLINDA I. C. Z. . A Ubiquitous Learning Model Focused on Learner Integration. **International Journal of Learning Technology**, v. 6, p. 62-83, 2011.
- BARROWS, HOWARD S. Problem-based learning: An Approach to Medical Education. **Springer Publishing Company**, inc. New York, N.Y 1980.
- BENFORD, STEVE; MAGERKURTH, CARSTEN; LJUNGSTRAND, PETER. Bridging the PHYSICAL AND DIGITAL in Pervasive Gaming. **COMMUNICATIONS OF THE ACM**, v.48, N°3, 2005.
- BERNERS-LEE, TIM; HENDLER, JAMES; LASSILA, ORA. The Semantic Web. **Scientific America**, 2001.
- BREAKWELL, G. M.; HAMMOND, S.; FIFE-SCHAW, C.; SMITH, J. A. **Métodos de pesquisa em psicologia**. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- BOUET, MATHIEU; DOS SANTOS, ALDRI L. RFID tags: Positioning principles and localization techniques. **1st IFIP. IEEE**, 2008. p. 1-5.
- CARVALHO, M. G. D. 2011. Tecnologia, desenvolvimento social e educação tecnológica. **Revista Educação & Tecnologia**, No 1, 2011.
- CHANG, WEN-CHIH; WANG, TE-HUA; LIN, FREYA H.; YANG, HSUAN-CHE. **Game-Based Learning with Ubiquitous Technologies**. IEEE Computer Society, 2009.
- CHEN, JUI-HUNG; SHIH, TIMOTHY K.; CHEN, JUI-YI. **To Develop the Ubiquitous Adventure RPG (Role Play Game) Game Based Learning System**. IEEE International Conference On Systems, Man, and Cybernetcs, Seoul, Corea, 2012.
- CLARK C. **Jogos simulados: estratégia e tomada de decisão**. Rio de Janeiro: J. Olympio, 1974.
- CONNELLY, K., SIEK, K. A., MULDER, I., NEELY, S., STEVENSON, G., & KRAY, C. (2008). Evaluating pervasive and ubiquitous systems. **Pervasive Computing, IEEE**, v.7, No 3, 85-88.
- CONNOLLY THOMAS M.; BOYLE ELIZABETH A.; MACARTHUR EWAN; HAINEY, THOMAS; BOYLE, JAMES M. **A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games**. Computers & Education 59, 2012.
- COSENZA, RAMON M.; GUERRA, LEONOR B. **Neurociência e Educação: Como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

COSTA CRISTIANO; YAMIN, ADENAUER; GEYER, CLÁUDIO. Towards a general software infrastructure for ubiquitous computing. **IEEE Pervasive Comput.**, v. 7, no. 1, 2008, PP. 64-73.

DAVIS, FRED D.; BAGOZZI, RICHARD P.; WARSHAW, PAUL R. User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. **Management science**, v. 35, n. 8, p. 982-1003, 1989.

DEY, A. K. Understanding and using context. **Personal and Ubiquitous Computing**, London v.5, n.1, 2001.

DIAS, G. A., DA SILVA, P. M., DELFINO JR, J. B., & DE ALMEIDA, J. R.. Technology Acceptance Model (TAM): avaliando a aceitação tecnológica do Open Journal Systems (OJS). **Informação & Sociedade: Estudos**, v. 21, n. 2, 2011.

GIESSEN, H. W. 2015. "Serious Games Effects: An Overview." **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, Vol. 174, pp. 2240-2244.

GIJSELAERS, Wim H. Connecting problem - based practices with educational theory. **New directions for teaching and learning**, v. 1996, n. 68, p. 13-21, 1996.

GLADCHEFF, Ana Paula; ZUFFI, Edna Maura; SILVA, DM da. Um instrumento para avaliação da qualidade de softwares educacionais de matemática para o ensino fundamental. In: **Anais do XXI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação**. 2001.

HUIZINGA, JOHAN. **Home ludens: o jogo como elemento de cultura**. São Paulo. Perspectiva, 2008.

KALATZIS, ADRIANA CASALE. **Aprendizagem baseada em problemas em uma plataforma de ensino a distância com o apoio dos estilos de aprendizagem**: uma análise do aproveitamento de estudantes de engenharia 2008 113 f. Trabalho de Conclusão de curso (Mestrado em engenharia da produção). Curso de Engenharia, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, São Paulo. Dissertação de Mestrado, 2008.

KAN, TAI-WEI; TENG, CHIN-HUNG; CHOU, WEN-SHOU. Applying QR code in augmented reality applications. In: **Proceedings of the 8th International Conference on Virtual Reality Continuum and its Applications in Industry**. ACM, 2009. p. 253-257.

KELLER, JOHN M. **Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach**. Springer Science & Business Media, 2009.

KLOPFER, E.; SHELDON, J.; PERRY, J.; CHEN, V.H.-H. **Ubiquitous games for learning (UbiqGames)**: Weatherlings, a worked example. *Journal of Computer Assisted Learning*, 2011

KRASNER, GLENN E. et al. A description of the model-view-controller user interface paradigm in the smalltalk-80 system. **Journal of object oriented programming**, v. 1, No. 3, p. 26-49, 1988.

KRATHWOHL, DAVID R. **A revision of Bloom's taxonomy: An overview**. Theory into practice, Vol. 41, Nº. 4, p. 212-218, 2002.

LAINE, TEEMU H.; SEDANO, CAROLINA A. ISLAS; JOY, MIKE; SUTINEN, ERKKI. Critical Factors for Technology Integration in Game-Based Pervasive Learning Spaces. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, V. 3 No. 4, 2010.

LÉVY, PIERRE. **Cibercultura**. São Paulo: Ed. 34, 1999

LIU, TSUNG-YU; CHU, YU-LING. **Using ubiquitous games in an English listening and speaking course**: Impact on learning outcomes and motivation. *Computers & Education* 55, 2010

LOCATELLI, ANDERSON LUIZ; BACKES LUCIANA: **Aprender e ensinar na cultura digital**. Editora Unisinos, 2014.

MATTAR, JOÃO. **Games em educação: como os nativos digitais aprendem**. São Paulo: Person Prentice Hall, 2010.

MCGUINNESS, D. L., NOY, N. F.. *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*, (2001). Disponível em: <http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology101/ontology101-noy-mcguinness.html>. Acesso em outubro de 2014.

MONTOLA, MARKUS. **Exploring the edge of the magic circle**: Defining pervasive games. *Proceedings of DAC*. 2005.

MORAN, JOSÉ MANUEL; MASETTO, MARCOS T; BEHRENS, MARILDA APARECIDA. **Novas Tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas, SP: Papirus, 2012.

NETO, JOSÉ FRANCISCO BARBOSA; FONSECA FERNANDO DE SOUZA. **Jogos educativos em dispositivos móveis como auxílio ao ensino da matemática**. CINTED-UFRGS, 2013.

NIETO, VICTORIA GUILLÉN; CARBONELL, MARIAN ALESON. Serious games and learning effectiveness: The case of It's a Deal! **Computers & Education**, 2012

NOGUEIRA, NILBO RIBEIRO. **Pedagogia dos projetos**: Uma jornada interdisciplinar rumo ao desenvolvimento das múltiplas inteligências. São Paulo: Érica, 2004.

ÖZBIÇAKÇI, ŞEYDA; BILIK, ÖZLEM; İNTEPELER, ŞEYDA SEREN. Assessment of goals in problem-based learning. Elsevier, **Nurse Education Today**, 2012.

PALANGANA, ISILDA CAMPANER. **Desenvolvimento e aprendizagem em Piaget e Vygotsky**. Plexus Editora Ltda, São Paulo, 1994.

PARK, SUNG YOUL; NAM, MIN - WOO; CHA, SEUNG - BONG. University students' behavioral intention to use mobile learning: Evaluating the technology acceptance model. *British Journal of Educational Technology*, V. 43, No. 4, p. 592-605, 2012.

PERSICO, DONATELLA; MANCA, STEFANIA; POZZI, FRANCESCA. Adapting the Technology Acceptance Model to evaluate the innovative potential of e-learning systems. **Computers in Human Behavior**, V. 30, p. 614-622, 2014.

POLLAK, J.P. GAY GERI, BYRNE SAHARA, WAGNER EMILY, RETELNY DANIELA, HUMPHREYS LEE. Using Mobile Games to Promote Healthy Eating. **IEEE PERSVASIVE computing**, 2010.

PRENSKY, MARC R. **From digital natives to digital wisdom: Hopeful essays for 21st century learning**. Corwin Press, 2012.

PRIETO, JOSÉ CARLOS SÁNCHEZ; MIGUELÁÑEZ, SUSANA OLMOS; GARCÍA-PEÑALVO, FRANCISCO J. **Mobile learning adoption from informal into formal: an extended TAM model to measure mobile acceptance among teachers**. In: Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality. ACM, 2014. p. 595-602.

RIBEIRO, LUIS ROBERTO C.; MIZUKAMI, MARIA DA GRACA N. Problem-based learning: a student evaluation of an implementation in postgraduate engineering education. **European Journal of Engineering Education**, V. 30, No. 1, p. 137-149, 2005.

SÁNCHEZ, JAIME; OLIVARES, RUBY. Problem Solving and collaboration using mobile serious games. **Elsevier Computers & Education**, 2011.

SANTAELLA, LÚCIA. **A ecologia pluralista das mídias locativas**. Revista FAMECOS, Porto Alegre, No. 37, p 20-24, 2008.

SANTAELLA, LÚCIA. **Comunicação ubíqua: repercussões na cultura e na educação**. São Paulo: Paulus, 2013.

SATYANARAYANAN, M. **Mobile Computing: the next decade**. ACM Workshop on Mobile Cloud Computing & Services, Proceedings, San Francisco, July 2010.

SATYANARAYANAN, M.. **Pervasive Computing: Vision and Challenges**". IEEE Personal Communications, 2001.

SAVERY, J. R.. **Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions**. Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning, 2006.

SAVI, RAFAEL; WANGENHEIM, CHRISTIANE G. V.; ULBRICHT, VANIA; VANZIN, TARCISIO. Proposta de um Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais. **CINTED-UFRGS, Novas Tecnologias da Educação**, V.8 N°3, 2010.

SAVI, RAFAEL. Avaliação de jogos voltados para a disseminação do conhecimento. 2011. 236 f. Trabalho de conclusão de curso (Doutorado em Gestão do Conhecimento). Programa de Pós Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. Universidade Federal de Santa Catarina. SC. 2011.

SCAICO, PASQUELINE et al. Um jogo para o ensino de programação em Python baseado na taxonomia de Bloom. In: Anais do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação-XX WEI (Workshop de Educação em Informática). 2012.

SEGATTO, Wilian ; HERZER, Eduardo ; MAZZOTTI, Cristiano L. ; BITTENCOURT, João R. ; BARBOSA, Jorge L. V. . moBIO Threat: a Mobile Game based on the Integration of Wireless Technologies. **Computers in Entertainment : CIE**, v. 6, p. 1-14, 2008.

TAROUCO, L.; ROLAND, L.; FABRE, M. Jogos Educacionais. CINTED-UFRGS, V.2, 2004.

VALENTE, JOSÉ ARMANDO. Computadores e Conhecimento: repensando a educação. Por que o computador na educação. Gráfica central da Unicamp, Campinas-SP, 1993.

WALLACE, LINDA G.; SHEETZ, STEVEN D. The adoption of software measures: A technology acceptance model (TAM) perspective. *Information & Management*, v. 51, n. 2, p. 249-259, 2014.

WAZLAWICK, RAUL SIDNEI. Análise e projeto de sistemas de informação orientados a objetos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WEISER M. The computer for the twenty-first century. *Scientific American* 1991.

YUSOFF, A., CROWDER, R., GILBERT, L., & WILLS, G. A conceptual framework for serious games. In *Advanced Learning Technologies, 2009. ICAALT 2009. Ninth IEEE International Conference on* (pp. 21-23). 2009.